F-ML-001 Welche Rolle spielt der Faktor Mensch (Human Factor) als primäre Ursache bei Flugunfällen?

- ☐ A) Dieser Faktor spielt bei mehr als 80% der Flugunfälle eine Rolle.
- ☐ B) Dieser Faktor hat in den letzten Jahren bei Flugunfällen entscheidend abgenommen.
- ☐ C) Diese Frage betrifft statistisch gesehen nur Piloten und Flugsicherungspersonal.
- ☐ D) Dies spielt in der "Allgemeinen Luftfahrt" nur eine geringe Rolle.

Erklärung zu Frage F-ML-001
Die richtige Antwort ist Antwort A)

Der Faktor Mensch - human factors

In der Pionierzeit der Fliegerei waren Waghalsigkeit, Intuition und physische Belastbarkeit die meistgefragten Eigenschaften eines guten Piloten. Die noch unvollkommene und unzuverlässige Technik stellte den limitierenden Faktor dar und war häufig die Ursache von Unfällen. Heute ist die Technik weitgehend zuverlässig geworden. Dem Piloten steht eine Fülle von Informationen über Dienste wie Wetterberatung und Flugverkehrskontrolle zur Verfügung. Wesentliche Herausforderungen für den Piloten sind

- die oft sehr komplexe Technik richtig zu bedienen,
- die dargebotenen Informationen rasch und richtig zu erfassen,
- das Wesentliche vom Unwesentlichen zu trennen und
- adäquat zu reagieren, das heißt, in der jeweiligen Situation die richtige Entscheidung zu treffen.

Bei der Informationsübertragung von Maschine zu Mensch und der Befehlsübermittlung vom Menschen zur Maschine spielen Cockpit-Ergonomie, die Leistungs- und Belastungsfähigkeit des Piloten unter den gegebenen Bedingungen (Höhe, Wetter, Temperatur) die wesentlichen Rollen. Ist der Pilot den Anforderungen nicht gewachsen, macht er Fehler und es kommt in kritischen Situationen zu Unfällen.

Die überwiegende Anzahl der Unfälle mit Luftfahrzeugen ist auf menschliches Versagen zurückzuführen. Aus statischen Analysen der Unfallursachen geht hervor, das etwa 80 % der Flugunfälle durch "human factors" und nur 20 % durch fehlerhafte Technik verursacht worden sind.

Würden sich die durch technische Störungen verursachten Unfälle durch weitere Verbesserung der Technik um 50 % (Halbierung der Fehlerhäufigkeit) reduzieren, gäbe es nur 10% weniger Flugunfälle. Die gleiche Reduzierung der Unfallhäufigkeit tritt jedoch bei lediglich um 12,5 % (ein Achtel) erhöhter menschlicher Leistungsfähigkeit ein. Dies zeigt, welch wichtige Rolle der Faktor Mensch spielt.

Unter den Faktoren, die zu Fehlverhalten des Piloten führen, rangieren **Selbstüberschätzung** und **mangelnde Selbstkritik** ganz vorne in der Häufigkeitsskala.

Die Fehler durch menschliches Versagen können nicht zu 100 % ausgeschlossen werden. Auch sehr gut ausgebildete, geistig und körperlich fitte Piloten können Fehler machen! Durch gute Ausbildung, in der die Grenzen des menschlichen Leistungsvermögens und typisches Fehlverhalten aufgezeigt werden, kann aber das

Bewusstsein der Piloten für diese Problematik geschärft werden und damit die Wahrscheinlichkeit reduziert werden, dass er solche Fehler macht.

F-ML-002 Auf welche Ursachen kann die überwiegende Zahl von Flugunfällen zurückgeführt werden?

- ☐ A) Auf menschliches Versagen
- ☐ B) Auf das Wetter
- ☐ C) Auf technisches Versagen
- ☐ D) Auf Zunahme des Luftverkehrs

Erklärung zu Frage F-ML-002
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-001

F-ML-003 Welche Faktoren bedingen die meisten fliegerischen Fehlhandlungen? Grundlage ist das Auftreten nach ihrer statistischen Häufigkeit.

- ☐ A) Funktionelle Körperstörungen, Erkrankungen (z.B. Hyperventilation, Herzinfarkt)
- ☐ B) Psychische Faktoren (z.B. Selbstüberschätzung, Fehlreaktionen)
- ☐ C) Physiologische Faktoren (z.B. Sauerstoffmangel, Drehschwindel)
- ☐ D) Ungünstige ergonomische Faktoren (z.B. schlechte Sitzposition, schlechte Außensicht)

Erklärung zu Frage F-ML-003
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-001

F-ML-004 Bei geistig und körperlich fitten, gut ausgebildeten und geübten Piloten werden

- ☐ A) Fehler in der fliegerischen Tätigkeit auftreten.
- ☐ B) beim Fliegen keine Fehler auftreten.
- ☐ C) keine Ermüdungserscheinungen auftreten.
- ☐ D) keine Flugunfälle beobachtet.

Erklärung zu Frage F-ML-004
Die richtige Antwort ist Antwort A)

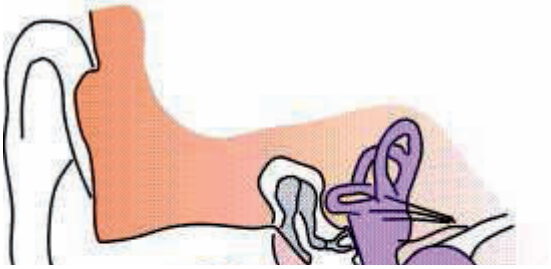
siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-001

F-ML-005 Probleme beim Druckausgleich im Mittelohr können während des Sinkflugs Schmerzen am Trommelfell verursachen. Welche Aussage ist richtig?

- ☐ A) Dies macht Passagiere fluguntauglich.
- ☐ B) Dies kann man u.a. durch Schluckbewegungen versuchen zu verhindern.
- ☐ C) Dies spielt bei der Luftfahrt keine Rolle.
- ☐ D) Dies kann nur durch Medikamente behandelt werden.

Erklärung zu Frage F-ML-005
Die richtige Antwort ist Antwort B)

Ausdehnung der Gase im Mittelohr - Druckausgleichsbeschwerden



Das Mittelohr ist vom Gehörgang durch das Trommelfell getrennt. Der Innenraum des Mittelohres ist über die *eustachische Röhre* oder *Ohrtrompete* mit dem Rachenraum verbunden. Über diese Röhre findet ein Druckausgleich zwischen Mittelohr und Rachenraum statt. Daher

stellt sich normalerweise im Mittelohr der gleiche Druck wie im Gehörgang ein, der dem Druck im Rachenraum entspricht. Bei abnehmendem Druck während eines Steigfluges oder bei zunehmendem Druck während eines Sinkfluges sorgt die eustachische Röhre also dafür, dass der Druck im Mittelohr dem Außendruck entspricht.

Wenn die Schleimhaut, mit der die eustachische Röhre ausgekleidet ist, aufgrund einer Entzündung geschwollen ist oder die eustachische Röhre verstopft ist, wird der Druckausgleich behindert oder er findet nicht mehr statt. Je nach Druckunterschied wird das Trommelfell mehr oder weniger stark nach innen oder außen gewölbt. Dadurch wird zunächst die Hörwahrnehmung beeinträchtigt, bei weiterem Anstieg des Druckunterschiedes treten stechende Schmerzen auf und das Trommelfell kann reißen. Diese Schmerzen bezeichnet man als *Barotitis* oder *Aerotitis*, manchmal auch vereinfacht als *Barotrauma*.

Bei sinkendem Außendruck wirkt der erhöhte Druck im Mittelohr öffnend auf die eustachische Röhre ein, so dass im häufig zu langsam verlaufender Druckabnahme führenden Steigflug meist keine Beschwerden eintreten. Steigt der Außendruck im schnellen Sinkflug, wirkt dieser zusätzlich verengend auf den Querschnitt der eustachischen Röhre ein. Das Trommelfell wird nach innen gewölbt, es beginnt zu Schmerzen und kann platzen. Bei Entzündungen wirkt die Ohrtrompete also wie ein Einwegventil.

Erkältungskrankheiten sind häufig mit Entzündungen des Rachenraumes und der eustachischen Röhre verbunden. Daher kann es beim Fliegen mit Erkältung insbesondere beim schnellen Sinken zu starken Ohrenschmerzen kommen und es besteht die Gefahr, dass das Trommelfell platzt! Da über ein geplatztes Trommelfell Keime und sonstige Krankheitserreger in das Mittelohr eindringen können, kann eine Mittelohrentzündung die Folge sein, die zum permanenten Verlust der Flugtauglichkeit führen kann!

Was kann man gegen Druckausgleichsbeschwerden unternehmen?

Bei Druckausgleichsbeschwerden kann man durch Kau- und Schluckbewegungen, Hin- und Herbewegung des Unterkiefers bei geschlossenem Mund und zugehaltener Nase versuchen, den Druckausgleich zu unterstützen. Wenn das nicht hilft, kann man das sogenannte *Valsalva-Manöver* versuchen. Dabei presst man bei geschlossenem Mund und zugehaltener Nase die Luft an, wodurch durch den erhöhten Druck die eustachische Röhre frei werden kann.

Gelingt der Druckausgleich nicht, stoppt man den Sinkflug und sucht wenn möglich eine größere Flughöhe auf, bei der die Schmerzen nachlassen, versucht in dieser Höhe den Druckausgleich abermals und sinkt dann mit geringerer Sinkrate bei dauernder Unterstützung des Druckausgleichs durch Kau- und Schluckbewegungen.

Das Einnehmen von Medikamenten gegen Grippe vor einem Flug ist gefährlich und sollte unterlassen werden. Zum einen können solche Medikamente die Flugtüchtigkeit des Piloten negativ beeinträchtigen, zum anderen kann ihre Wirkung während des Fluges nachlassen, so dass es im für das Barotrauma kritischen Sinkflug dennoch zu den beschriebenen Druckausgleichsproblemen kommen kann. Mit einer Erkältung solle grundsätzlich nicht geflogen werden!

F-ML-006 Wenn man an einer Erkältung leidet, soll man nicht fliegen. Der Grund dafür ist, dass die Ohrtrompete geschwollen ist und es beim Fliegen zu Schwierigkeiten beim Druckausgleich kommt. Was ist hierbei weiter zu beachten?

☐ A) Es können Schmerzen und Verletzungen im Ohr auftreten, besonders bei schnellen Abstiegen.

☐ B) Wenn das Gewebe der Ohrtrompete geschwollen ist, kann besonders ein langsamer Sinkflug aus großen Höhen das Trommelfell verletzen.

☐ C) Die Schwellung der Schleimhaut im Nasen-Rachenraum wird den Stoffwechsel im Körper erhöhen und zur Hyperventilation führen.

☐ D) Das periphere Sehen wird beeinträchtigt.

Erklärung zu Frage F-ML-006
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-005

F-ML-007 Beim Auftreten von Druckausgleichsbeschwerden im Mittelohr ist fliegerisch die richtige Methode: Sinkflug stoppen, wenn möglich wieder in den Steigflug übergehen. Nach Verringerung der Beschwerden in den langsamen Sinkflug übergehen. Weiter ist wichtig:

☐ A) Während des Sinkfluges Schluck- und Kaubewegungen bzw. Valsalva-Manöver durchführen

☐ B) Erhöhen der Sinkflugrate

☐ C) Gleichzeitig müssen Kau- und Schluckmanöver beendet werden. Es soll kein Valsalva-Manöver durchgeführt werden.

☐ D) Nutzung von Medikamenten gegen die Erkältungskrankheit

Erklärung zu Frage F-ML-007
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-005

F-ML-008 Welche Maßnahmen können bei Auftreten von Beschwerden beim Druckausgleich durchgeführt werden?

☐ A) Mund schließen, Nase zuhalten und Luft in den Mund und Rachenraum pressen (Valsalva-Manöver). Wechselweise Kiefer bewegen und schlucken

☐ B) Sinkrate erhöhen

☐ C) Steigflug stoppen und Sinkflug beginnen

☐ D) Piloten sollten bei Erkältungen vor dem Flug Medikamente einnehmen, um ein Barotrauma des Mittelohres zu verhindern.

Erklärung zu Frage F-ML-008
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-005

F-ML-009 Wie entstehen bei Schwellungen der Schleimhäute während des Sinkfluges Druckausgleichsbeschwerden im Mittelohr?

☐ A) Die Ohrtrompete wirkt bei Erkältungen wie ein Einwegventil. Beim Sinkflug können daher u.a. starke Ohrenschmerzen auftreten.

☐ B) Die Ohrtrompete verbindet zum Druckausgleich das Mittelohr mit dem Rachenraum.

☐ C) Die Funktion der Ohrtrompete hat wesentlichen Einfluss auf die Orientierung um Dunkeln.

☐ D) Die beiden Ohrtrompeten können zum Druckausgleich mit Schluck- und Kaubewegungen geöffnet werden.

Erklärung zu Frage F-ML-009
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-005

F-ML-010 Welche Aussage zum Auftreten vom Sauerstoffmangel während eines Fluges ist richtig?

- ☐ A) Sauerstoffmangel kann unter bestimmten Bedingungen bereits unter 3000m/10000ft auftreten.
- ☐ B) Jeder Mensch reagiert bei Sauerstoffmangel gleich.
- ☐ C) Rauchen vor einem Flug vermindert die Empfindlichkeit gegenüber Sauerstoffmangel.
- ☐ D) Sauerstoffmangelerscheinungen sind vom Piloten leicht zu erkennen.

Erklärung zu Frage F-ML-010
Die richtige Antwort ist Antwort A)

Sauerstoffmangel (Hypoxie) in großen Höhen

Mit zunehmender Höhe nimmt der Luftdruck und damit auch der Partialdruck des in der Luft enthaltenen Sauerstoffs ab. Pro Atemzug gelangt daher in der Höhe weniger Sauerstoff über die Lungen in den Kreislauf und zu den Körperzellen als in Meereshöhe. Im Blut wird der Sauerstoff durch das *Hämoglobin* in den roten Blutkörperchen transportiert. Die Sauerstoffsättigung des Hämoglobins gibt an, welcher Prozentsatz der roten Blutkörperchen mit Sauerstoff beladen ist. Sauerstoffmangel wird als *Hypoxie* bezeichnet.

Solange die Sauerstoffsättigung oberhalb einer der *Reaktionsschwelle von 93%* liegt, wirkt sich die Verringerung der Sättigung bis auf die Beeinträchtigung des Nachtsehvermögens nicht aus. Unterhalb der Reaktionsschwelle erhöht der Körper Atemfrequenz und - tiefe und Herzfrequenz, um den Sauerstoffmangel aufgrund der geringeren Sättigung zu kompensieren. Dies gelingt, solange die Sättigung größer als die *Störschwelle von 90%* ist. Sinkt die Sättigung weiter, kann der Körper den Sauerstoffmangel nicht mehr vollständig kompensieren, und es kommt zu Mangelerscheinungen. Bereits bei einer Sättigung von 90%, die in einer Flughöhe ab 3.000 m / 10.000 ft erreicht wird, können also Sauerstoffmangelerscheinungen auftreten. Fällt die Sättigung unter den Wert der *kritischen Schwelle* von 60%, tritt Bewusstlosigkeit und nach einiger Zeit der Tod ein.

Höhe	Sättigung des Hämoglobins mit Sauerstoff	Symptome / Reaktion des Körpers
Meereshöhe bis 5000 ft/ 1500 m	98 %	ausreichende Sauerstoffversorgung, keine Einschränkung der Leistungsfähigkeit
5000 ft/ 1500 m bis 7000 ft/ 2100 m	95 %	ausreichende Sauerstoffversorgung, keine Einschränkung der Leistungsfähigkeit, aber bereits eingeschränktes Nachtsehen
7000 ft/ 2100 m bis 10.000 ft/ 3000 m	93 %	noch ausreichende Sauerstoffversorgung, Reaktionsschwelle: der Organismus zeigt bei weiterer Verringerung erste Reaktionen: n Erhöhung der Herzfrequenz n Erhöhung der Atemfrequenz und Atemtiefe
10.000 ft/ 3000 m bis 13.200 ft/ 4000 m	90 %	Störschwelle: noch vollständige Kompensation des Sauerstoffmangel möglich, aber ab 8000 ft eingeschränkte Funktion des Kurzzeitgedächtnisses; bei weiterer Abnahme der Sauerstoffsättigung wird Leistungsfähigkeit reduziert
13.200 ft/ 4000		verminderte Sauerstoffversorgung, Leistungsfähigkeit

m bis 22.000 ft/ 6600 m	85 %	nimmt mit zunehmender Höhe rapide ab
22.000 ft/ 6600 m	60 %	kritische Schwelle: Bewusstlosigkeit, nach einiger Zeit Tod

Auswirkung von Sauerstoffmangel

Körperzellen reagieren unterschiedlich empfindlich auf Sauerstoffmangel. Die Nervenzellen, besonders im Gehirn, sind bei weitem am empfindlichsten. Deshalb sind Störungen der Gehirnfunktionen die ersten Zeichen beginnenden Sauerstoffmangels. Die Reaktionen des Organismus hängen sowohl von der Dauer und der Größe des Sauerstoffmangel als auch von der Geschwindigkeit, in der der Sauerstoffmangel eintritt, ab. Auch die persönliche körperliche Verfassung und das Alter spielen eine Rolle. Die Auswirkungen sind bei einem jungen, gut durchtrainierten Nichtraucher in der Regel geringer als bei einem älteren Menschen, der sich kaum sportlich betätigt und zudem hohem Stress ausgesetzt ist. In der nachfolgenden Tabelle sind die Auswirkungen von Sauerstoffmangel dargestellt. Diese können aber im Einzelfall auch schlimmer ausfallen.

Symptome des Sauerstoffmangels	
einsetzender Sauerstoffmangel	n Müdigkeit, Benommenheit n Ohrensausen n Druckgefühl im Kopf n Augenflimmern und leichte Sehstörungen n Kribbeln in Händen und Füßen n Konzentrationsschwäche n leichtes Schwindelgefühl n Nachlassen des Koordinationsvermögens
fortgeschrittener Sauerstoffmangel	n starke Müdigkeit oder Benommenheit n heftiges Ohrensausen n Pochen im Kopf n Bewegungsstörungen, hauptsächlich der Feinmotorik n bläuliches Verfärben von Lippen oder Fingern (Zyanose) n starkes Schwindelgefühl n Übelkeit n Muskelzittern n Störungen der Anpassungsfähigkeit der Kreislauffunktionen n Störungen der Urteilsfähigkeit (wie bei leichter Trunkenheit) n Verlust der Entscheidungsfähigkeit und Kritikfähigkeit n Verlust des Reaktionsvermögens n gelegentlich auftretende Euphorie(Hochstimmung) oder Apathie (Teilnahmslosigkeit)
	n Muskelkrämpfe

Endphase nach Überschreiten der kritischen Schwelle	n massive Kreislaufstörungen n Versagen der Atmung n Bewusstlosigkeit n Tod

Wenn Körperzellen keinen Sauerstoff mehr zugeführt bekommen, können sie noch für kurze Zeit weiter funktionieren. Danach arbeiten sie nur noch mit eingeschränkter Funktion, nach weiterer Zeit ohne Sauerstoff stellen sie ihre Funktion ein. Dabei kommt es zu irreversibler Schädigung der Zelle. Besonders empfindlich sind Zellen des Nervensystems und Gehirns. Diese werden bereits geschädigt, wenn sie 15 Sekunden lang keinen Sauerstoff erhalten, nach 3 Minuten ohne Sauerstoff sind diese Schäden von bleibender Natur. Die Symptome der Hypoxie stellen sich schleichend ein und werden oft nicht erkannt, insbesondere dann nicht, wenn das Gehirn schon betroffen und die Urteilsfähigkeit gestört ist. Es tritt keine Luftnot und kein Erstickungsgefühl ein. **Daher ist der vorbeugende Einsatz von Sauerstoffmasken beim Fliegen in entsprechenden Höhen ein absolutes Muss!**

Selbstrettungszeit (Time of Useful Consciousness TUC)

Die Zeit zur Selbstrettung bei einer Hypoxie setzt sich zusammen aus

- der Zeit vom Beginn der unzureichenden Sauerstoffversorgung bis zum Erkennen eines persönlichen Warnsignals und
- der Zeit nach Erkennen des Warnsignals bis zum Eintreten der Handlungsunfähigkeit.

Je eher ein Pilot daher erkennt, dass die Sauerstoffversorgung unzureichend ist, um so mehr Zeit steht ihm zur Verfügung, geeignete Maßnahmen zur Selbstrettung einzuleiten und umzusetzen.

Die Länge der Selbstrettungszeit hängt von einer Reihe von Faktoren ab:

- von der Flughöhe, in der sich der Pilot befindet (siehe Tabelle),
- von der Erfahrung des Piloten beim Erkennen von und im Umgang mit Hypoxie,
- der Stressexposition des betroffenen Piloten und
- seiner allgemeinen körperlichen Verfassung.

Abhängigkeit der Selbstrettungszeit von der Höhe

Höhe über dem Meeresspiegel	Selbstrettungszeit / Reserve
in 4.500 m / 15.000 ft	3 - 5 Stunden
in 5.500 m / 18.000 ft	ca. 30 Minuten
in 7.500 m / 25.000 ft	ca. 3 bis 5 Minuten
in 11.000 m / 35.000 ft	ca. 90 Sekunden

Sobald der Pilot Symptome des Sauerstoffmangels erkennt, muss er umgehend folgende Maßnahmen einleiten:

- Umschalten auf 100% Sauerstoffversorgung bzw. Anlegen der Sauerstoffmaske bei sich und allen Personen an Bord,
- Überprüfen der Masken- und Schlauchverbindungen nach dem so genannten *PRICE-Check* (Pressure, Regulator, Indicator, Connections, Emergency Equipment),
- falls erforderlich, Sauerstoffreserve über grünen Knopf der Notsauerstoffflasche einschalten,
- den Abstieg in eine Flughöhe < 10.000 ft mit "atembarer Luft" einleiten.

Zum Einsatz der Sauerstoffgeräte ist die jeweilige Bedienungsanleitung zu beachten, mit der sich der Pilot bereits vor dem Start vertraut machen sollte.

F-ML-011 Im Folgenden sehen Sie Symptome des Sauerstoffmangels und der Kohlenmonoxidvergiftung. Bitte entscheiden Sie sich für die Symptome, die den Sauerstoffmangel anzeigen:

- ☐ A) Übelkeit und Erbrechen
- ☐ B) Sehstörungen, Konzentrationsstörungen, Euphorie
- ☐ C) Kopfdruck und Schmerzen in den Gelenken
- ☐ D) Benommenheit, Schwindel und Unterkühlung

Erklärung zu Frage F-ML-011
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-010

F-ML-012 Unterhalb 90% Sauerstoffsättigung im Blut ist die Sauerstoffversorgung im Gehirn unzureichend. Ab welcher Höhe ist etwa damit zu rechnen?

- ☐ A) 6600 - 7500 m / 22000 - 25000 ft Flughöhe und 100% Sauerstoffatmung
- ☐ B) 13000 - 13600 m / 43000 - 45000 ft Flughöhe und Luftatmung
- ☐ C) 3000 - 3600 m / 10000 - 12000 ft Flughöhe und Luftatmung
- ☐ D) 4200 m / 14000 ft Flughöhe und Luftatmung

Erklärung zu Frage F-ML-012
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-010

F-ML-013 Welche der angegebenen Sauerstoffmangelsymptome in Höhen über 3000 m/10000ft MSL sind besonders gefährlich?

- ☐ A) Empfindung von Hitze und Kälte
- ☐ B) Atemvertiefung
- ☐ C) Euphorie und Beeinträchtigung des Urteilvermögens
- ☐ D) Atemlosigkeit und eingeschränktes Nachtsehvermögen

Erklärung zu Frage F-ML-013
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-010

F-ML-014 Steigflug: In welcher Höhe sind im menschlichen Organismus erste Sauerstoffmangelsymptome erkennbar, wie z.B. Einschränkung der Nachtsehfähigkeit (Reaktionsschwelle)?

- ☐ A) Bei ca. 3000m / 10000 ft MSL
- ☐ B) Bei ca. 2100m / 7000ft MSL
- ☐ C) Bei ca. 4200m / 14000ft MSL
- ☐ D) Bei ca. 5500m / 18000ft MSL

Erklärung zu Frage F-ML-014
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-010

F-ML-015 Welche Zeitreserve (TUC, Time of Useful Consciousness) verbleibt nach Ausfall der Sauerstoffversorgung in 7500m/25000ft, in der man noch handlungsfähig ist?

- ☐ A) Über 3 h
- ☐ B) 3 - 6 min
- ☐ C) 60 - 90 s
- ☐ D) 30 min

Erklärung zu Frage F-ML-015
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-010

F-ML-016 Während eines Fluges über 3000m/10000ft MSL bekommt ein Flugzeuginsasse blaue Lippen und blaue Fingernägel. Die Atmung ist beschleunigt. Was kann man daraus schließen?

- ☐ A) Hyperventilation (beschleunigte Atmung)
- ☐ B) Sauerstoffmangel aufgrund großer Flughöhe (Hypoxische Hypoxie)
- ☐ C) Kohlenmonoxidvergiftung
- ☐ D) Hyperthermie (Überwärmung)

Erklärung zu Frage F-ML-016
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-010

Arten der Hypoxie

Zur Sauerstoffunterversorgung der Körperzellen kann es infolge zu geringen Sauerstoffgehaltes der Atemluft oder infolge von Störungen beim Transport des Sauerstoffs von der Lunge zu den Zellen kommen. Je nach Ursache der Sauerstoffunterversorgung unterscheidet man zwischen

- *hypoxischer Hypoxie*,
- *anämischer Hypoxie*,
- *ischämischer Hypoxie* und
- *histologischer Hypoxie*.

Hypoxische Hypoxie

Hypxoxische Hypoxie entsteht durch Mangel an Sauerstoff in der Atemluft, wobei der Transport des Sauerstoffs von der Lunge zu den Zellen ungestört verläuft. Diese Art der Hypoxie ist typisch beim Fliegen in großen Höhen, wo der Sauerstoffpartialdruck der Umgebungsluft entsprechend der Höhe gering ist.

Anämische Hypoxie und Kohlenmonoxidvergiftung

Anämische Hypoxie entsteht durch Störung des Sauerstofftransportes im Blut. Die roten Blutkörperchen (Hämoglobin) sind die Transportzellen für den Sauerstoff.

Einen Mangel an roten Blutkörperchen nennt man *Anämie* oder umgangssprachlich vereinfacht *Blutarmut*. Können die roten Blutkörperchen nicht genügend Sauerstoff zu den Zellen transportieren, kommt es zu Unterversorgung der Zellen mit Sauerstoff. Ursachen dafür können sein:

- starker Blutverlust nach einer Verletzung: durch den Blutverlust nimmt die Gesamtzahl der roten Blutkörperchen ab - es stehen zu wenig für den Sauerstofftransport zur Verfügung.
- Erkrankung an Hämoglobinmangel (Anämie): der Körper produziert zu wenig Hämoglobin, so dass der Sauerstofftransport durch das Blut reduziert ist.
- Funktionelle Anämie: die roten Blutkörperchen haben eine verringerte Fähigkeit, Sauerstoff aufzunehmen. Dies tritt z.B. auf, wenn sich CO-Moleküle durch eingeatmetes Kohlenmonoxid an die roten Blutkörperchen anlagern und deren Fähigkeit zur Aufnahme von Sauerstoff reduzieren oder ganz blockieren (Kohlenmonoxidvergiftung). Die Farbe des Blutes nach Aufnahme von CO ist hellrot- wie bei Anlagerung von Sauerstoff.

Da die Sauerstoffunterversorgung der Zellen nicht durch Mangel von Sauerstoff in der Atemluft verursacht wird, tritt anämische Hypoxie höhenunabhängig auf. Beim Fliegen ist die häufigste Ursache die *Kohlenmonoxidvergiftung*. Schon eine geringe Konzentration von CO in der Kabinenluft kann zu schweren Vergiftungserscheinungen führen, die die Handlungsunfähigkeit des Piloten nach sich ziehen können! Die Symptome der Kohlenmonoxidvergiftung sind zunächst nicht eindeutig. Besonders tückisch ist, dass sehr schnell Bewusstlosigkeit einsetzen kann, wenn die Vergiftung nicht rechtzeitig erkannt wird.

Kabinenheizung und Kohlenmonoxid

Die für die Heizung erforderliche Warmluft wird erzeugt, indem Außenluft in einem Wärmeaustauscher über Teile der heißen Auspuffanlage geleitet und so erwärmt wird. Bei einem Defekt können Abgase in die Heizungsluft geraten, die u.a. das giftige Kohlenmonoxid (CO) enthalten. Kohlenmonoxid ist besonders gefährlich, weil es farb-, geruchs- und geschmacklos ist. Bereits geringste Mengen von Kohlenmonoxid, z.B. eine Konzentration von 0,1 %, können zur Kohlenmonoxidvergiftung führen.

Durch einen Kohlenmonoxid-Detektor wird angezeigt, ob sich CO im Cockpit befindet. Die Farbanzeige des Detektors färbt sich bei Anwesenheit von CO von rot über grau nach schwarz.

Falls man feststellt oder vermutet, dass CO in die Cockpitluft gelangt ist, wird die Heizung abgestellt, und es werden sofort alle Fenster und sonstige Einlässe für Frischluft geöffnet. Falls vorhanden - wird die Sauerstoffmaske angelegt (100% Sauerstoff atmen).

Ischämische Hypoxie

Wird das Körpergewebe nur eingeschränkt durchblutet, gelang ebenfalls zu wenig Sauerstoff zu den Zellen in den betroffenen Körperteilen. Man spricht von *ischämischer Hypoxie* oder *stagnierender Hypoxie*. Sie entsteht durch Abklemmung von Adern infolge ungünstiger Körperhaltung oder Sitzposition, durch Verengung von Adern bei sehr großer Kälte, durch Schock oder als Folge zu geringer Pumpleistung des Herzens. Beim Fliegen kann sie bei großen Beschleunigungen auftreten, wenn das Herz die zur Überwindung der Beschleunigungskräfte erforderliche Pumpleitung nicht aufbringen kann und das Blut aufgrund dieser Kräfte gewisse Körperregionen - z.B. das Gehirn - nicht mehr erreicht.

Histotoxische Hypoxie

Hierbei liegt die Störung der Sauerstoffversorgung in den Zellen selbst. Durch Aufnahme bestimmter Giftstoffe haben die Zellen ihre Fähigkeit zur Sauerstoffdiffusion eingebüsst. Die Permeabilität der Zellmembran ist für Sauerstoff beeinträchtigt.

Ein Gift mit solcher Wirkung ist Alkohol. Der Kater nach übermäßigem Alkoholkonsum ist z.T. auf die histotoxische Wirkung der in jedem alkoholischen Getränk enthaltenen höheren Alkohole zurückzuführen.

F-ML-017 Die Auswirkungen einer Hyperventilation können einen Piloten in seiner fliegerischen Entscheidungsfindung stark behindern. Auslösende Faktoren können sein:

- ☐ A) Müdigkeit, Zustand der Monotonie
- ☐ B) Emotionen, wie Angst, Aufregung und Stress, falsche O2-Masken-Atmung
- ☐ C) G-Belastungen beim Fliegen einer koordinierten engen Kurve
- ☐ D) Starke Erkältung und geschwollene Schleimhäute

Erklärung zu Frage F-ML-017
Die richtige Antwort ist Antwort B)

Hyperventilation

Als *Hyperventilation* bezeichnet man eine beschleunigte Atmung, die schneller und tiefer ist, als es der Stoffwechsel des Körpers erfordert. Dadurch wird mehr CO_2 ausgeamtet als der Köper produziert, der CO_2 Druck im Blut nimmt ab.

Hyperventilation spielt wahrscheinlich eine Rolle bei verschiedenen psychosomatischen Störungen, wie der Panikstörung, dem chronischen Müdigkeitssyndrom, bestimmten chronischen Schmerzen und spielt eine wichtige Rolle bei durch Stress ausgelösten körperlichen Symptomen.

Man unterscheidet zwischen *willentlicher* und *unwillentlicher* Hyperventilation. Die Hyperventilation wird z.B. von Tauchern willentlich eingesetzt, um durch Reduzierung des CO_2-Gehaltes im Blut den Atemreiz zu unterdrücken, um so länger unter Wasser bleiben zu können. Der Atemreiz setzt dann aber erst sehr spät wieder ein, was mit der Gefahr verbunden ist, dass der Taucher schneller bewusstlos werden kann als er auftauchen und luftholen kann.

Die unwillentliche Hyperventilation fällt den Betroffenen oft gar nicht auf. Sie atmen meist 2 - 5 mal so schnell wie üblich und erforderlich und haben dennoch das Empfinden, zu wenig Luft zu bekommen. Dabei wird zuviel Kohlendioxid ausgeatmet

und der Blutspiegel an Kohlendioxid nimmt ab. Der normale Partialdruck für CO_2 im Blut liegt zwischen 36 und 44 mm Hg; bei Hyperventilation sinkt er unter 36 mm Hg: je niedriger der Wert unter 36 mm Hg sinkt, desto schlimmer sind die Symptome. Da CO_2 für die Regulierung des Säure/Base - Gleichgewichts (pH-Wert) des Blutes erforderlich ist, entsteht eine *Alkalose* - ein Überwiegen der Basen im Blut -, der pH-Wert des Blutes steigt über die normalen 7,4 an. Als Folge davon ziehen sich die peripheren Gefäße zusammen und die Fähigkeit zum Austausch des Sauerstoffes mit den Zellen wird reduziert. Obwohl bei der Hyperventilation mehr Blut zum Gehirn und zu andern Organen geführt wird, werden diese dennoch schlechter mit Sauerstoff versorgt.

Hyperventilation kann durch viele Faktoren ausgelöst werden wie:

- durch erhöhten Stoffwechsel nach anstrengender körperlicher Betätigung, wodurch die CO_2-Konzentration im Blut zunächst ansteigt und dann das Atemzentrum zu erhöhter Atemfrequenz und -tiefe anregt,
- durch Krankheiten, die zur Senkung des pH-Wertes des Blutes führen,
- durch emotionale Einflüsse wie Angst, Stress, Schmerz, Aufregung und
- durch alle Arten von Hypoxie.

Der verminderte Kohlendioxidpegel verstärkt die auslösenden Symptome, die häufig eine Panikattacke begleiten, wie

- Atemlosigkeit und Luftnot,
- Gähnen,
- Kribbeln an den Händen und am Mund,
- Verkrampfung der Hände oder sonstiger Gliedmaßen
- trockener Mund,
- Unruhe,
- Bauchschmerzen, Brustschmerzen, Kopfweh,
- Schwächegefühl,
- Schweißausbrüche,
- verwaschene Sprache,
- verschwommenes Sehen,
- Schwindel, Leeregefühl im Kopf und Benommenheit.

Die Alkalose führt auch zu einer Verminderung des ionisierten Kalziums im Blut, was für die Muskelverkrampfungen mit verantwortlich ist. Da die Symptome der Hyperventilation letztlich durch Unterversorgung von Zellen mit Sauerstoff verursacht werden, sind sie den Symptomen der Hypoxie ähnlich.

Bei Auftreten der Symptome der Hyperventilation muss der Blutspiegel an Kohlendioxid wieder angehoben und stabilisiert werden. Eine Möglichkeit dazu ist, in eine Plastik- oder Papiertüte ein- und auszuatmen. Ein großer Teil der ausgeatmeten Luft besteht aus Kohlendioxid. Durch Einatmen dieser "verbrauchten Luft" gelangen größere Mengen an Kohlendioxid in die Lungen. Dabei sollte nach 10 Atemzügen wieder ohne die Plastiktüte geatmet werden und dabei bewusst tief ein- und ausgeatmet werden, der Einsatz der Plastiktüte kann dann bei Bedarf nach 2-3 Minuten wiederholt werden.

Das Hilfsmittel Plastiktüte ist nicht unbedingt erforderlich. Auch durch sehr bewusstes Ein- und Ausatmen kann man einen Hyperventilations-Anfall überwinden, wobei man Atemfrequenz und Atemtiefe bewusst reduziert.

Tritt beim Fliegen in großen Höhen Hyperventilation ein, sollte die Flughöhe auf deutlich unter 10.000 ft reduziert werden. Zusätzliche 100%-Sauerstoffatmung kann hilfreich sein, wenn die Hyperventilation auf Hypoxie zurückzuführen ist.

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-010

F-ML-018 Während eines Landeanfluges bei schlechten Wetterbedingungen fühlen Sie sich unwohl mit Schwindelgefühlen und Kribbeln in den Händen. Sie atmen vertieft und beschleunigt / hyperventilieren. Was sollten Sie tun?

- ☐ A) In den Steigflug übergehen
- ☐ B) Atemfrequenz und Atemtiefe kontrolliert reduzieren
- ☐ C) Das Valsalva-Manöver zum Druckausgleich durchführen
- ☐ D) Eine Sauerstoffmaske benutzen

Erklärung zu Frage F-ML-018
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-017

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-010

F-ML-019 Während eines Fluges in größerer Höhe treten Schwindelgefühle auf. Sie vermuten als Ursache Hyperventilation. Was sind die richtigen Maßnahmen?

- ☐ A) Bei Auftreten in Stresssituationen, wie z.B. bei unvorhergesehenen Notsituationen, tief Luft holen
- ☐ B) Bei Auftreten von Schwindel, Kribbeln in der Haut, Seh- und Konzentrationsstörungen Kopf gerade halten
- ☐ C) Atmen von 100% Sauerstoff (wenn vorhanden), Abstieg unter 3000m/10000ft, Bemühen um ruhige, kontrollierte Atmung
- ☐ D) In gewählter Flughöhe mit 100% Sauerstoff weiterfliegen und Flugsicherung informieren

Erklärung zu Frage F-ML-019
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-017

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-010

F-ML-020 Wie lange soll man nach dem Tauchen mit einem Atemgerät warten, bevor man wegen des möglichen Auftretens der Druckfall-Krankheit wieder fliegen darf?

- ☐ A) 24 h
- ☐ B) 36 h
- ☐ C) weniger als 12 h
- ☐ D) 48 h

Erklärung zu Frage F-ML-020
Die richtige Antwort ist Antwort D)

Druckfallkrankheit

Als *Druckfallkrankheit*, *Taucherkrankheit*, *Dekompressionskrankheit* oder *Caissonkrankheit* bezeichnet man eine durch zu raschen Druckabfall hervorgerufene

Erkrankung, die nach Aufenthalt unter erhöhtem Luftdruck, zu schnellem Auftauchen bei Tauchvorgängen oder bei zu raschem Aufsteigen von Flugzeugen ohne Druckausgleichskabine entsteht. Die Caissonkrankheit äußert sich in der Freisetzung von Stickstoffbläschen, die durch den Druckabfall freigesetzt werden und die Blutgefäße verstopfen (Gasembolie) bzw. in das Gewebe austreten.

Nach den Henry'schen Gasgesetz ist die Menge eines in einer Flüssigkeit gelösten Gases proportional zum Umgebungsdruck. Wenn der Umgebungsdruck fällt, kann die Flüssigkeit nicht mehr so viel Gas aufnehmen und das Gas muss entweichen. In den Körperflüssigkeiten sind eine ganze Reihe von Gasen gelöst, insbesondere aber die Hauptgase der Luft - Stickstoff und Sauerstoff. Stickstoff ist in größeren Mengen im Körpergewebe, insbesondere im Fettgewebe eingelagert. Der Sauerstoffgehalt wird über den Blutkreislauf permanent geregelt, und zuviel Sauerstoff wird über die Lunge schnell abgegeben. Stickstoff bildet dagegen nach dem Austreten aus den Körperflüssigkeiten Bläschen aus, durch die verschiedene Körperfunktionen gestört werden. Es kommt zu folgenden Symptomen:

- Hautreizung: die aus den unter der Haut liegenden Fettschichen freiwerdenden Stickstoffbläschen führen zu Juckreiz und Kribbeln unter der Haut, weil sie die Nervenbahnen beeinflussen (*Paraesthesie*).
- Neurologische Reaktionen: im Gehirn freiwerdender Stickstoff beeinflusst das zentrale Nervensystem, wodurch es zu einer Reihe von Störungen kommen kann. Dazu gehören Kopfschmerzen, verminderte Sehfähigkeit und Gesichtsfeldverlust sowie unkontrolliertes Muskelzittern (Tremor). Es kann sogar zum Kreislaufkollaps kommen.
- Gelenkschmerzen (Bends): die in Gelenken bzw. in der die Gelenke umgebenden Muskulatur entstehenden Stickstoffblasen führen zu Schmerzen in den Gelenken und zu reduzierter Beweglichkeit.
- Blockade der Kapillargefäße der Lunge (engl. Chokes): die Lungenbläschen sind mit einem System feinster Äderchen umspannt, den Alveolen. Diese können durch Stickstoffbläschen verstopft werden, so dass sie für den Austausch der Gase zwischen Blut und Außenluft blockiert sind. Es kommt zur Gasembolie mit der Gefahr eines Kreislaufzusammenbruchs. Erste Anzeichen dafür sind brennender Schmerz im Brustkorb, der mit Husten und Erstickungsgefühl verbunden sein kann.

Treten beim Fliegen in der Höhe oder nach plötzlichen Abfall des Kabinendrucks die Symptome der Druckfallkrankheit auf, sinkt man so schnell wie möglich in eine geringere Höhe, um durch den damit verbundenen Anstieg des Außendrucks weiteres Austreten von Stickstoff zu verringern. Man landet so schnell wie möglich und sucht ärztliche Hilfe auf, die lebensnotwendig sein kann. Der Arzt wird geeignete Maßnahmen einleiten, z.B. eine Rekompression in einer Dekompressionskammer. Der Einsatz der Sauerstoffmaske als Erste-Hilfe-Maßnahme ist ebenfalls sinnvoll, jedoch wird dadurch nur die weitere Stickstoffaufnahme verringert. Der Entzug des bereits im Körper gesammelten Stickstoffes dauert bei reiner Sauerstoffatmung bis zu 6 Stunden. Daher genügt der Einsatz der Sauerstoffmaske als alleinige Maßnahme zur Behandlung der Symptome nicht.

Tauchen und Fliegen

Beim Tauchen mit Druckluftflaschen wird der Druck in der Lunge über den

Lungenautomat dem Druck des Wassers in der jeweiligen Tiefe angepasst. In großer Wassertiefe atmet der Taucher also Luft in normaler Zusammensetzung unter hohem Druck ein. Dabei kommt es zur Anreicherung von Stickstoff im Körpergewebe. Bei schnellem Auftauchen bilden sich - wie bei plötzlichem Druckabfall in der Kabine eines Flugzeuges - Stickstoffbläschen aus, die zu den Symptomen der Druckfallkrankheit führen. Daher müssen Taucher langsam auftauchen und beim Auftauchen unter Umständen Dekompressionspausen einhalten. Auch nach richtigem Auftauchen ist die Stickstoffkonzentration im Körpergewebe für längere Zeit noch wesentlich höher als normal. Würde der Taucher in diesem Zustand einen Flug in einem Flugzeug ohne Druckkabine unternehmen, käme es durch die erhöhte Stickstoffsättigung bereits in geringen Höhen zur Druckfallkrankheit. Daher sollten Taucher erst 24 - 48 Stunden nach ihrem letzten Tauchgang ein Flugzeug besteigen. Die genaue Zeit hängt von den Einzelheiten der Tauchgänge (Anzahl, Tiefe, Dauer) ab und kann entsprechenden Tabellen entnommen oder auf einem individuellen Tauchcomputer abgelesen werden.

F-ML-021 Zunehmende positive G-Belastungen können zu Symptomen mit folgender Reihenfolge führen:

- ☐ A) Sehtrübungen, Tunnelblick, Schwarzwerden vor den Augen (Blackout) und Bewusstlosigkeit
- ☐ B) Bewusstlosigkeit, Schwarzwerden vor den Augen (Blackout), Tunnelblick, Sehtrübungen
- ☐ C) Schwarzwerden vor den Augen, eingetrübtes Sehen, Tunnelblick und Bewusstlosigkeit
- ☐ D) Eingetrübtes Sehen, Bewusstlosigkeit, Schwarzwerden vor den Augen und Tunnelblick

Erklärung zu Frage F-ML-021
Die richtige Antwort ist Antwort A)

Beschleunigungen

Eine Geschwindigkeitsänderung innerhalb einer gewissen Zeiteinheit nennt man Beschleunigung. Sie ist positiv, wenn die Geschwindigkeit vergrößert wird und negativ, wenn die Geschwindigkeit verkleinert wird.

Da Geschwindigkeiten vektorielle Größen sind und daher einen Betrag und eine Richtung haben, gilt dies auch für Beschleunigungen. Ändert sich der Betrag der Geschwindigkeit, spricht man von *linearer Beschleunigung*, ändert sich ihre Richtung, tritt eine *radiale Beschleunigung* auf. Lineare Beschleunigungen treten z.B. beim Start eines Flugzeuges als positive Beschleunigung und beim Abbremsen nach der Landung als negative Beschleunigung auf. Ihre Größe wird in der Einheit $^{m}/_{s^2}$ angegeben. Radiale Beschleunigungen treten z.B. im Kurvenflug auf. Dabei kann die radiale Beschleunigung oder Winkelbeschleunigung ausgerückt werden durch $a = {}^{v^2}/_{r}$, wobei r der Kurvenradius und v die Bahngeschwindigkeit sind. Sie wird in der Einheit $^{\circ}/_{s^2}$ angegeben.

Nach dem zweiten Newton'schen Gesetz (Kraft = Masse x Beschleunigung) treten Beschleunigungen immer im Zusammenhang mit Kräften auf. Umgekehrt verharrt ein Körper, auf den keine Kräfte einwirken, in seinem Bewegungszustand und ändert weder die Größe noch die Richtung seiner Geschwindigkeit (erstes Newton'sches Gesetz). Infolge von Beschleunigungen wirken daher auch auf den menschlichen Körper Kräfte ein. Wie auf alle Gegenstände auf der Erde wirkt auch auf den

Menschen normalerweise die Erdanziehungskraft ein. Sie würde einen Körper im freien Fall mit der Erdbeschleunigung g = 9,18 $^{m}/_{s}2$ beschleunigen. Wird diese Beschleunigung durch eine Gegenkraft verhindert (z.B. weil der Gegenstand auf der Erdoberfläche aufliegt), bewirkt die Erdbeschleunigung das Gewicht des Gegenstandes. Um die auf den Menschen im Fluge einwirkenden Beschleunigungen in Bezug zur normalerweise einwirkenden Erdbeschleunigung auszudrücken, werden die Beschleunigungen oft als Vielfaches der Erdbeschleunigung angegeben. Man sprich von *G-Faktor* oder *G-Belastung*. Ein G-Faktor von 2, wie er z.B. bei einer Steilkurve von 60° Querneigung auftritt, bedeutet also, dass der Mensch einer Beschleunigung ausgesetzt ist, die dem Doppelten der Erdbeschleunigung entspricht.

Auswirkungen von Beschleunigungen auf den menschlichen Körper

Wenn der menschliche Körper größeren Beschleunigungen ausgesetzt ist, können diese Auswirkungen auf verschiedene Körperfunktionen haben. Die Wirkung der Beschleunigungen auf den Organismus hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- von der Richtung, in der Beschleunigung auf den Körper einwirkt: diese Richtungen werden in der amerikanischen Literatur sehr einprägsam wie folgt bezeichnet:
  - *eyeballs down* oder *eyeballs up* bezeichnet eine Beschleunigungsrichtung, in der die Augäpfel nach unten oder oben gedrückt werden, also eine Beschleunigung in Richtung der Körperlängsachse,
  - *eyeballs left* oder *eyeballs right* bezeichnet entsprechend Beschleunigungen, die von rechts nach links oder umgekehrt auf den Körper einwirken,
  - *eyeballs in* oder *eyeballs out* bezeichnet Beschleunigungen, die nach vorn oder nach hinten wirken.
- von der Dauer der Beschleunigung: kurzeitig einwirkende Beschleunigung (weniger als 1 Sekunde) zeigen meist keine erheblichen Auswirkungen auf den Organismus, solange sie unterhalb eines gewissen Schwellenwertes bleiben. Erst wenn der Schwellenwert überschritten wird, können die Festigkeitsgrenzen des Körpers überschritten werden und es kann z.B. zu Knochenbrüchen kommen. Über längere Zeit einwirkende Beschleunigungen führen dagegen zu physiologischen Reaktionen des Organismus.
- von der Größe der Beschleunigung: je stärker die Beschleunigung ist, desto gravierender sind ihre Auswirkungen auf den Organismus.
- von der Einwirkfläche der mit der Beschleunigung verbundenen Kraft auf den Körper: kann die Kraft großflächig abgefangen werden (z.B. beim Liegen oder Sitzen), führt sie zu geringerer Belastung als wenn sie nur punktuell auf gewisse Körperteile einwirkt (z.B. wenn man bei einem Auffahrunfall in die Sicherheitsgurte gepresst wird).

Grundsätzlich führen Beschleunigungen zu folgenden Fehlfunktionen des Organismus:

- Störungen des Kreislaufs mit einer Reihe von Auswirkungen und Symptomen,

die stark von der Richtung und der Größe der Beschleunigung abhängen
- Störungen des Gleichgewichtssinnes mit Seekrankheit (Kinetose) als Folge
- Störungen des Gleichgewichtssinnes mit Täuschung des Lagesinnes als Folge, der zur räumlichen Desorientierung führt.

Auswirkungen von Beschleunigungen auf den menschlichen Körper

Richtung	Toleranz des Körpers	Auftreten beim Flug	Auswirkungen
eyeballs in	sehr groß, Mensch könnte kurzzeitig bis +15 G verkraften	vorwiegend beim Start, im Flachtrudeln	- bis +4G: kaum Auswirkungen - über +4G: Atmung wird flacher, weil Brustkorb zusammengedrückt und Lunge an den Rücken gedrückt wird; - +4 - +5G: Ventilation verringert sich um bis zu 75%, - + 6G und mehr: Sättigungsgrades des Bluts mit Sauerstoff sinkt auf 80 - 85%, bei länger andauender Beschleunigung kann Gas aus Lungenbläschen vollständig in das Blut diffundieren und die Lungenbläschen können verkleben, es entsteht aber kein dauerhafter Schaden
eyeballs out	groß, Mensch kann Belastungen bis -5 G gut verkraften	vorwiegend nach der Landung beim Abbremsen	ähnlich wie bei "eyeballs in", allerdings kommt dem Rückhaltesystem eine sehr große Bedeutung bei: Je großflächiger die Auflageflächen sind, desto geringer sind die negativen Auswirkungen und desto höhere Beschleunigungskräfte werden vertragen.
eyeballs left/right	sehr groß - physiologische Grenzen liegen auch bei großer Dauer über denen von "eyeballs in"	selten in besonderen Flugzuständen	Bei großen Querbeschleunigungen können physikalische Grenzen der Körperbelastbarkeit erreicht werden. Es kann z.B. zum Verrenken der Halswirbelsäule kommen.
			G-Belastung steigt im Kurvenflug mit $^1/_{\cos \alpha}$, wobei α der Querneigungswinkel ist; mit zunehmender G-Belastung werden die Auswirkungen gravierender: - +2G: nicht muskelunterstütztes Gewebe hängst schlaff herab, Probleme beim Koordinieren von Händen und Füssen infolge deren erhöhten Gewichts, - +3G: kein Aufstehen mehr möglich, d.h. Notausstieg beim Flachtrudeln ist unmöglich; - ab +8G: an den Sitz gefesselt, d.h.

eyeballs down	gering	im Kurvenflug, bei Steilkurven	Bewegungen von Armen und Beinen sind unmöglich; Kopf kann aus eigener Kraft nicht mehr angehoben werden. Die Dauer der Einwirkung der Beschleunigung ist von entscheidender Bedeutung für die Ausprägung der physiologischen Symptome. Schon kleine G-Belastungen reichen bei längerer Einwirkung aus, um physiologische Wirkungen hervorzurufen. Dies hängt damit zusammen, dass durch die positive Beschleunigung das Gewicht des Blutes ansteigt und dadurch teilweise aus den Adern in Muskelgewebe gepresst wird. Es kommt zu Unterversorgung wichtiger Organe, z.B. des Gehirns mit entsprechender Auswirkung: 1. bei länger einwirkender G-Belastung von +3 kommt es zur Einschränkung der Sehkraft, da die Netzhaut nicht mehr ausreichend mit Blut versorgt wird 2. *Greyout*, d.h. nur noch Schwarz-Weiß-Sehen, wenn die Unterversorgung der Netzhaut länger als 15 Sekunden andauert, 3. kurz darauf stellt sich Tunnelblick ein, d.h. die Wahrnehmung von Gegenständen im Randbereich des Blickfeldes ist eingeschränkt, 4. bei Erreichen einer G-Belastung von +4,5 kommt es zum *Blackout*, d.h. die Netzhaut wird nicht mehr durchblutet und man sieht nichts mehr, 5. steigt die Beschleunigung weiter an, kommt es bei anhaltender Beschleunigung oberhalb von +4,5 bis +5 G zur Bewusstlosigkeit, da die Versorgung des Gehirns mit Blut nicht mehr ausreichend ist. Auch bei Nachlassen der Beschleunigung und Wiedereinsetzen des Bewusstseins ist der Pilot mindestens ca. 15 Sekunden lang nicht in der Lage, sich zu orientieren (*G-Lok*, *G induced loss of consciousness*).

eyeballs up	sehr gering, physiologische Auswirkungen sind noch größer als bei "eyeballs down"	bei starken Turbulenzen, im Kunstflug (Außenlooping, Rückenflugfiguren)	Bei negativer G-Belastung steigt das Blut in den Kopf auf und versackt dort. Daher sind die unteren Körperteile von Mangelerscheinungen betroffen, während der Blutdruck im Kopf ansteigt. n Bei etwa -2G kommt es zum *Redout* - man sieht rot, weil das untere Augenlid über das Auge rutscht. n Ab -3 G treten Zahnschmerzen auf, die Augen scheinen aus dem Kopf springen zu wollen, und es kann zum Platzen von Adern im Kopf kommen. n Beschleunigungen dieser Größe, die länger als 15 Sekunden andauern, führen zur Bewusstlosigkeit, da der im Kopf angestiegene Blutdruck das vegetative Nervensystem stimuliert, weshalb die Herzfrequenz herabgesetzt wird und Herzrhythmus-Störungen eintreten können. n Bei -5G tritt die Bewusstlosigkeit bereits nach 5 Sekunden ein.

F-ML-022 Bei extremen Flugbewegungen können durch positive Beschleunigungen u.a. Tunnelblick, Schwarzwerden vor den Augen (Blackout) auftreten. Wie kann ein Pilot seine Toleranz gegenüber diesen Beschleunigungskräften erhöhen?

- ☐ A) Die Muskeln entspannen und den Körper vorbeugen
- ☐ B) Die Schultergurte anziehen
- ☐ C) Eine aufrechte Sitzposition einnehmen
- ☐ D) Muskel anspannen und Pressatmung durchführen

Erklärung zu Frage F-ML-022
Die richtige Antwort ist Antwort D)

Erhöhung der G-Toleranz

Um die Auswirkungen der G-Belastungen auf den Körper zu vermindern, gibt es folgende Möglichkeiten:

1. Anwendung der Pressatmung bei positiver G-Belastung:
   Darunter versteht man bewusstes, schnelles Einatmen, auf das aktives Ausatmen mit Herauspressen der eingeatmeten Luft folgt. Dabei unterstützen Rippenmuskulatur und Bauchfell die Atmung, insbesondere die Ausatmung. Gleichzeitig wird die Arm- und Beinmuskulatur angespannt, um durch diese Muskelvorspannung zu verhindern, dass zu viel Blut in die Gliedmaßen gelangt. Bei positiver G-Belastung gelangt zu wenig Blut in die oberen Körperteile. Durch Anwendung der Pressatmung wird dem entgegengesteuert, so dass der Körper kurzzeitig toleranter gegenüber der G-Belastung wird und bis zu +4G höhere Belastung in "Eyeballs Down" - Richtung verträgt.

2. Einnehmen einer günstigen Sitzposition:
   Treten in der normalen Sitzposition hohe G-Belastungen in "eyeballs down" - Richtung auf, kann man die Wirkung der G-Belastung durch Einnehmen einer liegenden Sitzposition in die der "eyeballs in" umwandeln, deren physiologische Auswirkungen erheblich geringer sind. In der völlig liegenden Position ist zwar ein Steuern des Flugzeuges nicht mehr möglich, aber bereits das teilweise Schrägstellen der Rückenlehne hilft, die Symptome der G-Belastung erheblich zu reduzieren.
3. Tragen eines Anti-G-Anzuges:
   Speziell für Piloten militärischer Jets gibt es Anti-G-Anzüge. Diesen liegen sehr eng an. Beim Auftreten positiver G-Belastungen werden die Hosenbeine automatisch mit Druckluft aufgepumpt, wodurch das Absacken des Blutes in die Beine reduziert wird.

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-021

F-ML-023 Womit ist zu rechnen, wenn aufgrund großer Hitze die Temperatur im Körper des Piloten auf über 38 Grad Celsius ansteigt?

- ☐ A) Apathie oder Euphorie
- ☐ B) Verringerung der körperlichen und geistigen (mentalen) Leistungsfähigkeit
- ☐ C) Die Körperflüssigkeit wird verstärkt über die Nieren ausgeschieden.
- ☐ D) Einschränkungen treten erst bei Temperaturen von über 39 Grad Celsius auf.

Erklärung zu Frage F-ML-023
Die richtige Antwort ist Antwort B)

Körpertemperatur und Leistungsfähigkeit

Die physiologischen Prozesse im menschlichen Körper laufen bei einer Kerntemperatur von ca. 37° C optimal ab. Steigt die Körpertemperatur über diesen Wert oder sinkt sie darunter, wird die Leistungsfähigkeit des Organismus je nach Größe der Abweichung mehr oder weniger beeinträchtigt.

Da die Umwelttemperaturen schwanken, wird die Körpertemperatur durch mehrere Mechanismen gesteuert:

- Beim Absinken der Kerntemperatur setzt Zittern ein und die Durchblutung der Haut wird verringert. Mit dem Zittern ist Muskelarbeit verbunden, die Wärme erzeugt und dazu führt, die Kerntemperatur wieder zu erhöhen. Durch Verringerung der Hautdurchblutung gibt das Blut weniger Wärme an die Umgebung ab.
- Beim Ansteigen der Körpertemperatur wird die Durchblutung der Haut gesteigert, so dass das Blut an der Haut abkühlen kann. Zusätzlich wird Schweiß gebildet, der an der Hautoberfläche verdunstet und durch die Verdunstungskälte zur Abkühlung der Haut führt.

Diese Mechanismen führen aber nur in einem recht schmalen Temperaturbereich dazu, dass der Körper in der Lage ist, seine Kerntemperatur konstant zu halten. Unterhalb von Umgebungstemperaturen von -2°C und oberhalb von +50° C ist der Körper ohne schützende Kleidung nicht in der Lage, seine Temperatur konstant zu halten. Es kommt dann zu anhaltender Unterkühlung (Hypothermie) bzw. zum Hitzekollaps.

Bereits geringfügige Änderungen der Körpertemperatur haben Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit:

- Bei Unterkühlung, z.B. Absinken der Kerntemperatur auf 36°C, ist die Funktionsfähigkeit des Gehirns bereits beeinträchtigt. Die geistige (mentale) Leistungsfähigkeit ist reduziert.
- Bereits bei einer Körpertemperatur von 38° ist die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit nachweisbar deutlich beeinträchtigt.

Beim Fliegen kann man sowohl mit zu hohen als auch mit zu niedrigen Temperaturen konfrontiert werden. Sehr hohe Temperaturen treten meist am Boden auf, wenn sich die Innenluft des Cockpits bei starker Sonneneinstrahlung schnell erwärmt. Dagegen kann man sich durch Öffnen der Kabinenfenster bzw. Tragen eines Sonnenhutes schützen, aber vor allem sollte der Aufenthalt am Boden unter starker Sonneneinstrahlung nicht länger als notwendig ausgedehnt werden. Zu Unterkühlung kommt es beim Fliegen in größeren Höhen. In Motorflugzeugen kann man die Kabinenheizung einschalten, aber Segelflugzeugführer und Ballonfahrer können sich nur durch entsprechende Bekleidung von der Kälte schützen.

F-ML-024 Wenn ein Pilot sich während des Fluges unterkühlt, können wir Folgendes feststellen:

- ☐ A) Ein schneller Abfall der Außentemperatur
- ☐ B) Eine wesentliche Erhöhung der Körpertemperatur, mit Schweißbildung an den Armen und Beinen
- ☐ C) Verringerung der geistigen (mentalen) Leistung, sobald die Körpertemperatur unter 36 Grad Celsius abfällt
- ☐ D) Verbesserung der geistigen (mentalen) und körperlichen Leistungsfähigkeit bei Körpertemperaturen unter 37 Grad Celsius

Erklärung zu Frage F-ML-024
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-023

F-ML-025 Ein Flugzeug auf Kollisionskurs wird mit großer Wahrscheinlichkeit im Sichtfeld der Frontscheibe

- ☐ A) stationär bleiben und zunächst langsam, dann rasch größer werden.
- ☐ B) sich quer von einer Seite zur anderen bewegen.
- ☐ C) stationär bleiben und zunächst langsam, dann sehr rasch kleiner werden.
- ☐ D) des Piloten nicht zu sehen sein.

Erklärung zu Frage F-ML-025
Die richtige Antwort ist Antwort A)

Luftraumbeobachtung und Kollisionsvermeidung

Das menschliche Auge reagiert vor allem auf Bewegungen, wohingegen stillstehende Punkte nur dann wahrgenommen werden, wenn man bereits weiß, wo sie sich befinden und man sie direkt fixiert. Die Augen können zwar ohne Bewegung ein Gesichtsfeld von über 210° abdecken, aber das Bild ist nur in der Mitte des Gesichtsfeldes scharf. Objekte am Rande werden oft nur wahrgenommen, wenn sie sich vor dem Hintergrund bewegen. Dabei wird die Wahrnehmung erschwert, wenn das wahrzunehmende Objekt strukturlos vor dem Hintergrund verschwimmt, wie dies häufig bei schlechter Sicht oder geringem Kontrast eines Flugzeuges zum Hintergrund (weißes Segelflugzeug vor einem Schneefeld) vorkommt.

Andere Flugzeuge, die die eigene Flugbahn genau kreuzen oder auf Kollisionskurs sind, erscheinen von der eigenen Position aus gesehen immer unter demselben Winkel (unabhängig von der eigenen Geschwindigkeit und der Geschwindigkeit des anderen Flugzeugs sowie dem Winkel, unter dem sich die Flugzeuge einander annähern) und verändern ihre Position relativ zum Hintergrund daher nicht. Sie scheinen vor dem Hintergrund stillzustehen und werden nicht als bewegte Objekte wahrgenommen. Deshalb können sie im peripheren Gesichtsfeld nicht erkannt werden. Dadurch entgehen dem Auge des Piloten ausgerechnet die Flugzeuge, die sich auf Kollisionskurs befinden! Eine Größenveränderung findet zunächst nur ganz allmählich statt. Bei Halbierung der Entfernung verdoppelt sich die Größe. Erst wenn das andere Flugzeug sehr dicht herangekommen ist, steig daher die Wahrnehmungsgröße rapide an. Oft ist es dann zum Ausweichen zu spät! Zur aktiven Luftraumbeobachtung gehört daher die richtige Sehtechnik!

Wenn man auf der Frontscheibe etwas entdeckt, das ein Flugzeug auf Kollisionskurs sein könnte, dauert es ca. eine Sekunde, bis man sich dessen bewusst wird. Die Entscheidung, ein Ausweichmanöver einzuleiten und die Ruder dazu zu betätigen, nimmt weite Zeit in Anspruch, so dass ein realistisches Zeitmaß vom Erkennen bis zum Einleiten des Ausweichmanövers ca. 5 bis 10 Sekunden ist. Fliegen beide Flugzeuge mit 100 kt, nähern sie sich pro Sekunde um ca. 100 m, d.h. in der Zeit bis zum Ausweichmanöver verkürzt sich der Abstand um 500 m - 1.000 m! Entsprechend stärker verringert sich der Abstand, wenn beide Flugzeuge noch schneller fliegen.

Scan-Technik

Die effektivste Art der Luftraumbeobachtung ist ein systematisches, schrittweises Abtasten des Horizonts, das man auch *Scanning-Methode* oder *Scan-Technik* nennt. Dabei beginnt man ein einer Stelle im Sichtfeld (rechts, links oder in der Mitte) und schwenkt den Blick methodisch in einer Richtung in Schritten von jeweils 10 - 20 Grad mit leicht überlappendem Blicksektor. In der neuen Blickrichtung verharrt man für kurze Zeit (ca. 1 Sekunde), um die Augen zu fokussieren. Wenn der Rand des Blickfeldes an einer Seite erreicht wird, schwenkt man den Blick über die Instrumententafel zur Überprüfung der Anzeigen in ähnlichen Schritten zurück und setzt die Außenbeobachtung anschließend an der anderen Seite fort.

F-ML-026 Bei schlechter Sicht, wie z.B. bei Dunst, tendieren die Augen dazu, sich auf folgenden Sehabstand einzustellen:

- ☐ A) in die Unendlichkeit
- ☐ B) 1-2 km voraus
- ☐ C) 1-2 m voraus
- ☐ D) ca. 500 m voraus

Erklärung zu Frage F-ML-026
Die richtige Antwort ist Antwort C)

Aufbau des Auges

Das Auge kann in drei Untereinheiten gegliedert werden:

a. den Augapfel, Bulbus oculi (lat.) oder Ophthalmos (griech.),
b. die Anhangsorgane des Auges (Tränenapparat, Augenmuskeln, Bindehaut und

Augenlider) und
c. die Sehbahn.

Der Augapfel besteht wiederum aus drei übereinander liegenden Häuten:

1. Äußere Augenhaut (Tunica externa bulbi), mit
   - Hornhaut (Cornea), durch sie tritt das Licht ins Auge ein. Sie wird ständig mit Tränenflüssigkeit befeuchtet.
   - Lederhaut (das Weiße des Auges, Sclera), an ihr setzen die äußeren Augenmuskeln an, die das Auge in der Augenhöhle bewegen.
2. Mittlere Augenhaut (Tunica media bulbi oder Uvea), mit
   - Regenbogenhaut (Iris), sie bildet die Pupille und reguliert den Lichteinfall (Adaptation)
   - Aderhaut (Chorioidea oder Choroidea), sie ist reich an Blutgefäßen und versorgt die anliegenden Schichten mit Nährstoffen und Sauerstoff und besitzt eine Pigmentschicht.
   - Ziliar- oder Strahlenkörper (Corpus ciliare), er dient der Aufhängung der Augenlinse und deren Akkomodation.
3. Innere Augenhaut (Tunica interna bulbi) oder Netzhaut (Retina), sie enthält die Lichtsinneszellen (Photorezeptoren) als Stäbchen und Zapfen. Im Bereich des Austritts des Sehnervens befinden sich keine Lichtsinneszellen. Diese Stelle nennt man *blinder Fleck,* die Stelle des schärfsten Sehens ist der *gelbe Fleck (Macula, Pars ceca)*, der auch *zentrale Grube (Fovea centralis)* genannt wird.
4. sowie einigen inneren Strukturen wie
   - Linse
   - Glaskörper (Corpus vitreum)
   - vordere Augenkammer
   - hintere Augenkammer

Bilderzeugung

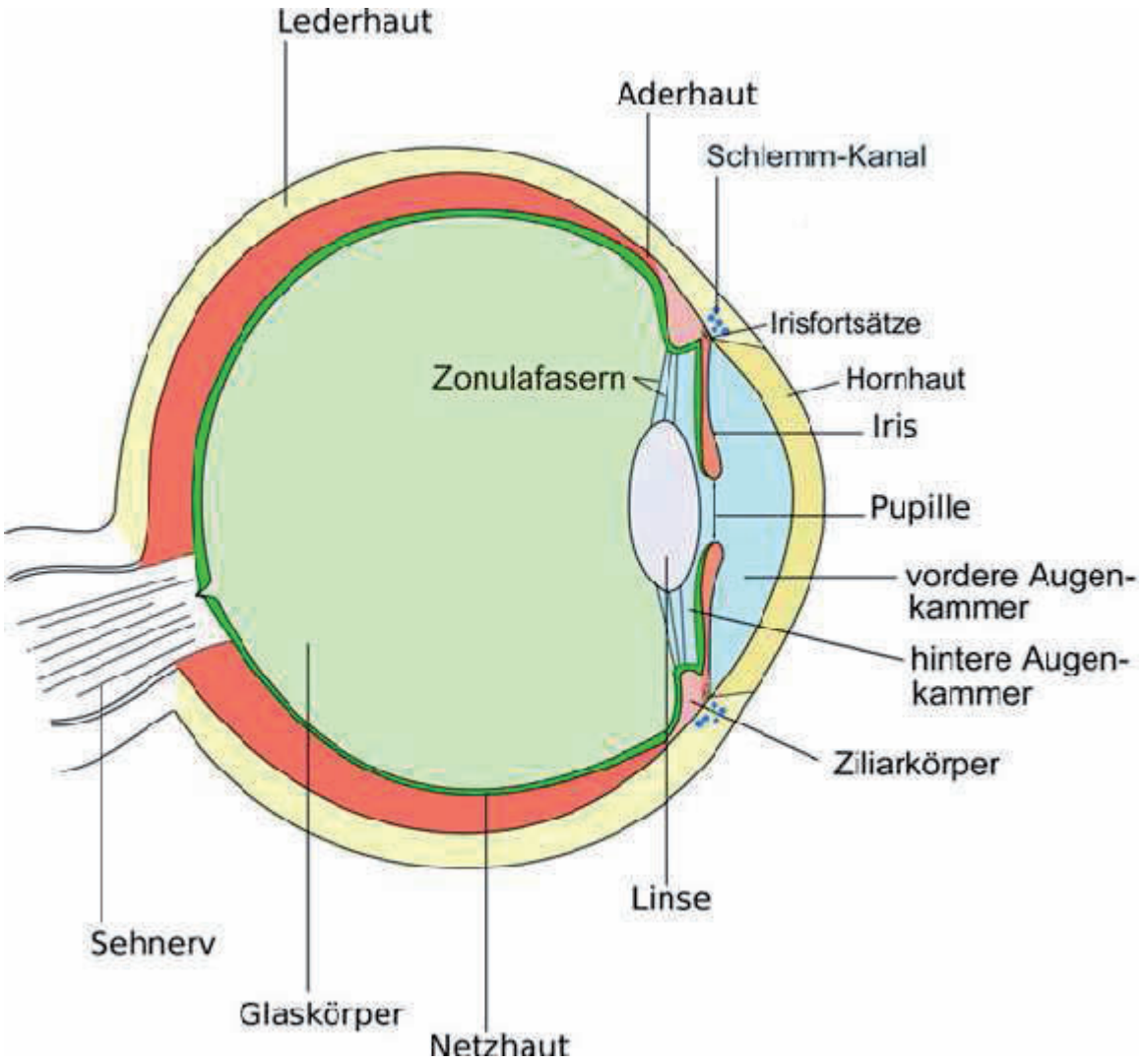
Das Licht gelangt durch die Hornhaut und die Pupille ins Innere des Auges. Sie ist die kreisförmige Öffnung der farbigen Regenbogenhaut (Iris). Durch die Muskelfasern der Iris kann die Pupille vergrößert und verkleinert werden. Dieser Vorgang, der das Auge an die Helligkeit der Umgebung anpasst, heißt *Adaption*. Hinter der Iris ist die elastische Augenlinse an Bändern aufgehängt. Die Linsenbänder verlaufen zum ringförmigen Ziliarmuskel. Das Augeninnere ist von dem gallertartigen Glaskörper erfüllt. Er verleiht dem Auge seine feste und runde Form.

Das Licht wird auf seinem Weg zur Netzhaut durch die Hornhaut, die Linse und den Glasköper mehrfach gebrochen. Zusammengenommen kann man sich dies wie beim Objektiv eines Fotoapparates vorstellen. Um ein scharfes Bild auf der Netzhaut zu erzeugen, wird die Brechkraft der Linse verändert und an die jeweilige Entfernung des wahrgenommenen Objektes angepasst. Diesen Vorgang nennt man *Akkomodation*. Beim Träumen mit offenen Augen - wenn also kein Objekt bewusst fixiert wird - stellt sich das Auge auf eine Entfernung von 1 - 2 Metern ein. Nur Objekte in dieser Entfernung werden dann scharf wahrgenommen. Auch wenn die Sicht durch Nebel oder Dunst verschleiert ist, kann das Auge kein Objekt wirklich scharf fixieren und es stellt sich daher ebenfalls auf den Akkomodationsbereich von 1 - 2 Metern ein.

Beim Menschen liegt der durch das Auge wahrnehmbare Bereich des elektromagnetischen Spektrums im Wellenlängenbereich von etwa 380 nm bis 760 nm. Die Netzhaut ist mit lichtempfindlichen Sensoren durchsetzt, die man Stäbchen und Zapfen nennt. Diese Nervenzellen nehmen die Lichtreize auf und leiten Sie an das Gehirn zur Verarbeitung weiter. Es gibt etwa 5 Millionen Zapfen, die hauptsächlich in der zentralen Grube angeordnet sind. Man unterscheidet drei Arten von Zapfen, deren Wahrnehmungsmaxima jeweils bei unterschiedlichen Wellenlängen des Lichtes liegen. Daher ermöglichen sie das Farbsehen. Sie benötigen eine hohe Lichtstärke, um Lichtreize zu verarbeiten und liefern eine hohe Bildschärfe. Weiter gibt es ca. 100 Millionen Stäbchen, die Schwarz-Weiß-Sehen mit etwa 100 mal höherer Lichtempfindlichkeit als Zapfen ermöglichen. Die Helligkeitsschwelle für Hell- und Dunkelsehen ist also sehr viel kleiner als die für farbiges Sehen.

Zwar ist die ganze Retina (Netzhaut) mit Sinneszellen bedeckt, das Scharfsehen konzentriert sich jedoch auf nur 0,02 Prozent der Retinafläche, den so genannten gelben Fleck. Dies entspricht etwa 2 Grad unseres rund 200 Grad umfassenden horizontalen Blickfeldes. Wir sehen also eigentlich nur den Ausschnitt scharf, den unsere beiden Augen mit ihren Sehachsen fixieren. Beim Betrachten eines Gegenstandes kommt ein ruhendes, scharfes Bild dadurch zustande, dass die Augenmuskeln nacheinander verschiedene Ausschnitte des Objektes vor den gelben Fleck rücken. Das Auge ruht also beim Betrachten nie, es befindet sich stets in kleinster Bewegung. Ein Punkt wird für Sekundenbruchteile fixiert, dann springen die Muskeln mit einer ruckartigen Bewegung (Saccade) zu einem nächsten Punkt. Aus diesem Abtasten wird schließlich das Gesamtbild generiert. Bei ruhiger Betrachtung dauern die einzelnen Fixationen 0,2 bis 0,6 Sekunden, sodass in einer Sekunde 2 bis 5 Saccaden stattfinden, bei schnellerem Blicken werden die Saccaden häufiger und die Fixationszeiten kürzer.

Die Wahl der Fixationspunkte und das Muster der Saccaden ist in hohem Maße individuell und steht im Zusammenhang mit den Gewohnheiten und dem Interesse des Betrachters oder seiner jeweiligen Aufgabenstellung. Man spricht daher vom *intentionalen Sehen*.



F-ML-027 Sichtbehinderungen, wie Nebel, Dunkelheit, Schneetreiben, Dunst bedingen

- ☐ A) Schätzfehler in der Entfernung.
- ☐ B) Fehler der Größeneinschätzung von Gegenständen.
- ☐ C) Fehler in der Einschätzung von Geschwindigkeiten.
- ☐ D) Alle vorgenannten Schätzfehler sind zutreffend.

Erklärung zu Frage F-ML-027
Die richtige Antwort ist Antwort D)

Wahrnehmungsfehler bei schlechten Sichtbedingungen

Dreidimensionales, räumliches Sehen kommt dadurch zustande, dass das Gehirn die Bilder beider Augen übereinander legt, um daraus ein neues Bild, das Bild so genannten *Mittelauges* bildet. Durch Auswertung der parallaktischen Unterschiede der beiden Einzelbilder können Entfernungen abgeschätzt werden. Wegen des geringen Abstandes der Augen funktioniert dies aber nur auf geringe Entfernungen. Der Sehsinn ist so konstruiert, dass echtes dreidimensionales Wahrnehmen nur bis zu einem Abstand möglich ist, der etwa der Armlänge entspricht. Bei größeren Abständen wertet das Gehirn Größenunterschiede bekannter Objekte aus, um auf deren Entfernungen zu schließen. Wenn z.B. ein Haus kleiner wahrgenommen wird als ein Auto, muss das Haus weiter entfernt sein, denn dem Gehirn ist bekannt, dass Häuser größer sind als Autos.

Um Entfernungen richtig einzuschätzen, benötigt das Gehirn also Bezugsobjekte mit bekannter Größe. Ist die Sicht vermindert, wie z.B. bei Dunst, Nebel, Dunkelheit oder starkem Regen- bzw. Schneefall, kommt es zu Fehleinschätzungen der Größe der Objekte, weil deren Umrisse nicht klar erkannt werden. In der Folge werden dann auch Entfernungen und Geschwindigkeiten falsch eingeschätzt.

F-ML-028 Luftraumbeobachtung: Ein realistisches Zeitmaß zwischen Erkennen eines Kollisionsrisikos und dem Einleiten eines Ausweichmanövers ist:

- ☐ A) ca. 100 - 120 s
- ☐ B) ca. 5 - 10 s
- ☐ C) ca. 2 s
- ☐ D) ca. 30 - 60 s

Erklärung zu Frage F-ML-028
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-025

F-ML-029 Die effektivste Art einer Luftraumbeobachtung ist: Systematisches, schrittweises Abtasten des Horizonts- ("Scanning-Methode"!). Was ist dabei zu beachten?

- ☐ A) Absolut fest geradeaus schauen
- ☐ B) Den Kopf von einer Seite zur andern, von oben nach unten zu bewegen
- ☐ C) Augen abschnittsweise ca. 10-20 Grad wandern lassen; ca. 1 Sek. auf den sich leicht überschneidenden Blicksektoren verweilen
- ☐ D) Intensives Beobachten des Luftraumes, über und unter dem Flugzeug

Erklärung zu Frage F-ML-029
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-025

F-ML-031 Beim Fliegen soll man qualitativ hochwertige Sonnenbrillen tragen. Sie sollen Blendungen vermeiden und das UV-Licht absorbieren. Auf folgende Eigenschaften der Brillengläser ist darüber hinaus zu achten:

- ☐ A) Sonnenbrillen müssen Verzerrungen der Frontscheibe des Flugzeuges ausgleichen.
- ☐ B) Sonnenbrillen müssen die Zeit für die Dunkelanpassung erhöhen.
- ☐ C) Die Unterscheidung verschiedener Farben darf qualitativ nicht wesentlich verringert sein.
- ☐ D) Sonnenbrillen müssen dem persönlichen Geschmack des Piloten entsprechen.

Erklärung zu Frage F-ML-031
Die richtige Antwort ist Antwort C)

Sonnenbrillen

Das Tragen einer geeigneten Sonnenbrille ist beim Fliegen unverzichtbar. Eine gute Sonnenbrille filtert die UV-Strahlung aus, wodurch bei hellem, diffusen Licht die Kontrastwahrnehmung verbessert wird. Sie ist gut entspiegelt, so dass sie keine störenden Lichtreflexionen verursacht und reduziert die Blendwirkung des einfallenden Lichts, indem sie einen Teil des sichtbaren Lichtes absorbiert.

Die Umwelt erscheint - durch die Sonnenbrille betrachtet - dunkler. Daher sind die Pupillen beim Tragen einer Sonnenbrille ein wenig größer geöffnet als sie dies ohne Sonnenbrille wären. Die Dunkelanpassung der Augen wird daher beschleunigt. Dies spielt zwar tagsüber keine Rolle, führt aber bei tief stehender Sonne am Abend dazu, dass Instrumente und Flugkarten im dann schon recht dunklen Cockpit besser abgelesen werden können.

Ein gute Sonnenbrille sollte die Farben nicht verfälschen, um die Unterscheidungsmöglichkeit von Farben qualitativ nicht wesentlich zu verringern. Sie sollte über ausreichend große Gläser verfügen, um das Gesichtsfeld nicht unnötig einzuschränken und die Blendwirkung auch bei schräg einfallendem Licht zu verringern. Die Bügel sollten schmal sein, weil dicke Bügel eine Einschränkung des Gesichtsfeldes bewirken.

Die Wirkung der Sonnenbrillen kann z.T. auf Ausfilterung des Lichtes mit bestimmter Polarisationsrichtung zurückzuführen sein. Daher kann es beim Betrachten von Objekten Wahrnehmungsprobleme geben, die polarisiertes Licht mit anderer Polarisationsrichtung abgeben. Dies kann bei einigen Instrumenten im Cockpit der Fall sein.

F-ML-032 Welche Aufgabe und Funktion einer Sonnenbrille ist im Flugbetrieb bei Tage ohne Bedeutung?

- ☐ A) Die Lichtintensität abzuschwächen
- ☐ B) UV-Strahlen zu absorbieren
- ☐ C) Blendwirkung zu vermeiden
- ☐ D) Die Dunkelanpassung zu beschleunigen

Erklärung zu Frage F-ML-032
Die richtige Antwort ist Antwort D)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-031

F-ML-033 Das Tragen von Sonnenbrillen im Flugbetrieb ist zweckmäßig. Welcher Umstand ist möglicherweise bei der Sehwahrnehmung ein Flugsicherheitsproblem?

- ☐ A) Das von Piloten bevorzugte Tragen von grünen Gläsern
- ☐ B) Schutz der Augen vor Blendung und UV-Licht durch das Tragen von Sonnenbrillen
- ☐ C) Störende Polarisationswirkungen können das Ablesen von Instrumenten / elektronischen Anzeigen beeinträchtigen.
- ☐ D) Bei hellem und diffusem Licht wird die Kontrastwahrnehmung verbessert.

Erklärung zu Frage F-ML-033
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-031

F-ML-036 Welche Aussagen bezüglich Lärmschäden durch Flugmotoren sind zutreffend?

- ☐ A) Ein "Headset" bzw. Lärmschutz-Ohrstöpsel beugen einem Lärmschaden des Gehörs vor.
- ☐ B) Bei Segelflugzeugen mit Klapptriebwerken kann generell auf Gehörschutz verzichtet werden.
- ☐ C) Lärmschwerhörigkeit hat keinen Einfluss auf die fliegerärztliche Tauglichkeit.
- ☐ D) Bei länger dauerndem Motorenlärm kommt es ohne Gehörbeeinträchtigung zur Gewöhnung.

Erklärung zu Frage F-ML-036
Die richtige Antwort ist Antwort A)

Gehörschädigung durch Lärm

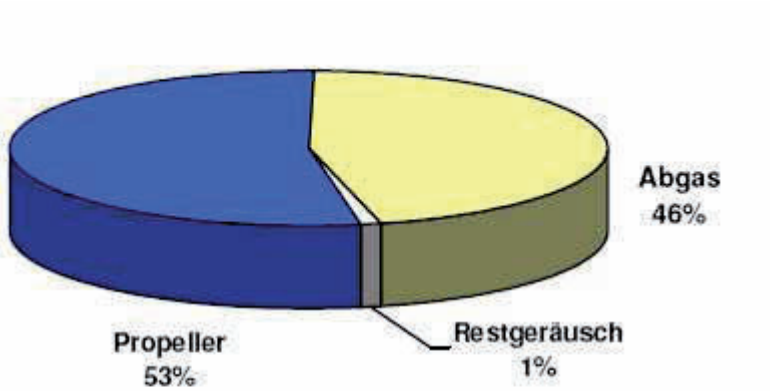
Länger andauernde Einwirkung von Lärm ermüdet und setzt damit die Leistungsfähigkeit eines Piloten herab. Bei einem Schalldruck von mehr als 90 dB(A) kommt es zu Schädigungen des Gehörs, die zu dauerhafter Schwerhörigkeit führen können. Der Geräuschpegel im Cockpit kann diese Größe überschreiten oder er liegt häufig knapp an der Grenze zu diesem Wert. Daher sollten sich Piloten idealerweise mit einem lärmkompensierten Headset vor Kabinenlärm schützen, in

dem der Lärm elektronisch eliminiert wird, mit dem aber der Sprechfunkverkehr davon unbeeinträchtigt durchgeführt werden kann. Zumindest sollten sie aber ein nichtkompensierendes Headset tragen. Passagiere können sich mit Hilfe von lärmabsorbierenden Ohrstöpseln schützen.

Entstehung von Lärm am Flugzeug

Lärm entsteht am Flugzeug an vielen verschiedenen Stellen. Bei den Propellerflugzeugen mit Kolbenmotor sind im wesentlichen zu nennen:

- das Triebwerk mit den Verbrennungs- und Abgasgeräuschen,
- der Propeller,
- die Zelle selbst und
- Anbauteile.



Anteil der Quellen des Lärms
für ein typisches einmotoriges Flugzeug

Darüber hinaus haben auf die Lärmentstehung Einfluss:

- der generelle Entwurf des Flugzeugs,
- die aerodynamische Güte des Flugwerks und
- das Pilotenverhalten.

Der gesamte von einem Flugzeug abgestrahlte Geräuschpegel setzt sich aus der Summe aller Einzelgeräusche zusammen. In der Regel wird das Flugzeuggeräusch durch den Propeller und das Motorengeräusch (an Auspuff und Ansaugfilter) dominiert.

Lärmentstehung am Motor

In der Allgemeinen Luftfahrt werden vorwiegend Kolbenmotoren als Antrieb verwendet. Grundsätzlich laufen in diesen Motoren die Vorgänge Ansaugen, Verdichten, Expandieren (Arbeitstakt) und Ausstoßen der Brenngase ab. Diese Abfolge verteilt sich beim Viertaktmotor auf zwei Umdrehungen. Bei einer Drehzahl von 3.000 U/min findet dieser Zyklus also pro Zylinder 1.500 Mal statt, bei einem Vierzylindermotor somit insgesamt 6.000 Mal pro Minute. Dies entspricht einer

Frequenz von 100 Hz, die im Hörbereich liegt. Neben der Verbrennung tragen alle Lager, Zahnräder, Ventile und ihre Ansteuerungen etc. zum Gesamtlärmpegel bei. Allerdings überwiegen in der Regel die Anteile der Verbrennung und des Ausstoßens bei einem ordnungsgemäß arbeitenden Motor alle anderen Beiträge.

Lärmentstehung am Propeller

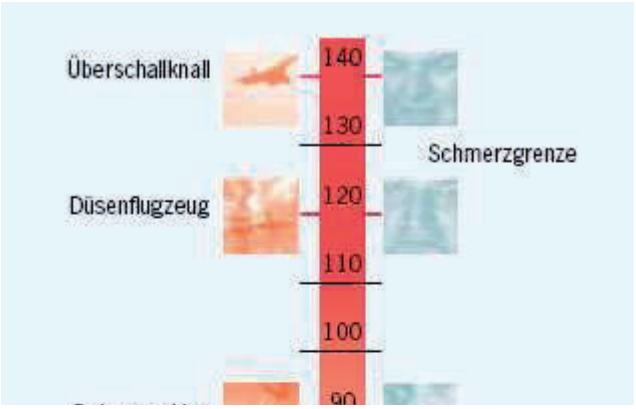
Propeller erzeugen den Schub ähnlich wie Tragflächen den Auftrieb erzeugen. Ihre Vorder- und Hinterseite wird unterschiedlich schnell angeströmt. Auch bei Geschwindigkeiten unterhalb der Schallgeschwindigkeit kann es dazu kommen, dass auf der Profilvorderseite die Schallgeschwindigkeit lokal bereits erreicht wird. Hierbei löst sich durch einen Verdichtungsstoß ein Teil der Strömung ab, der Widerstand des Propellerblatts steigt dabei an, die Geschwindigkeit der Umströmung wird aufgrund dessen geringer, die Strömung legt sich wieder an, der Widerstand reduziert sich somit und die Strömungsgeschwindigkeit steigt bis zur nächsten Ablösung wieder an. Dieses rhythmische Ablösen der Strömung bezeichnet man als *Buffetting*.

Die Fluggeschwindigkeiten der Luftfahrzeuge der Allgemeinen Luftfahrt liegen zwar weit unterhalb der Schallgeschwindigkeit, nicht aber die Bewegungsgeschwindigkeit der Propellerblätter. Bei einem Propeller mit einem Durchmesser von 2 m, der mit 2.500 U/min dreht, haben die Blattspitzen bereits eine Geschwindigkeit von über 260m/s, was einer Machzahl (ISA) von 0,88 entspricht. Die Strömungsgeschwindigkeit an der Blattspitze ergibt sich aus der Vektoraddition der Flugzeugeigengeschwindigkeit zur Umfangsgeschwindigkeit des Propellers. Die Blattspitzen können sich daher sehr leicht im Bereich der Schallgeschwindigkeit oder sogar darüber befinden. Dies führt zu einer erheblichen Lärmsteigerung.

Zusätzlich zu den bereits dargelegten Effekten führt die während einer Umdrehung der Antriebswelle ungleichförmige Kraftabgabe des Motors zu einer nicht ganz gleichmäßigen Umfangsgeschwindigkeit des Propellers. Während der Verbrennungsphase erreicht die Luftschraube ihre Höchstgeschwindigkeit, um dann abgebremst zu werden, bis im nächsten Zylinder die Verbrennungsphase beginnt. Dadurch entstehen Druckschwankungen, die ebenfalls zur Lärmemission des Propellers beitragen.

Schalldruckpegel - dB und dB(A)

Schalle sind schnelle Druckschwankungen, die sich als Schwingungen der Luft (Schallwellen) fortbewegen. Wenn Schall als unangenehm und störend empfunden wird, bezeichnet man ihn als *Lärm*.



Der Schalldruckpegel wird in Dezibel (dB) angeben. Die Hörschwelle (*absolute Stille*) liegt bei 0 Dezibel.

Die Dezibel-Skala verläuft im
Zehnerlogarithmus und setzt einen Schalldruck ins Verhältnis zum Schalldruck, der der Hörschwelle entspricht:

$$L\ (\text{Dezibel}) = 10 \cdot \lg(P/P_0),$$

wobei P_0 der Schalldruck der Hörschwelle ist. Schall von 60 Dezibel ist physikalisch zehnmal energiereicher als eine Beschallung mit 50 Dezibel. Eine Zunahme von 20 Dezibel entspricht einer Verhundertfachung der Schallenergie. Unser Gehör nimmt sie aber nur als etwa vier- bis fünfmal so laut wahr.

Bei gleichem Schalldruck empfinden Menschen tiefe und hohe Töne weniger laut als mittelhohe Töne. Um dem menschlichen Hören möglichst nahe zu kommen, werden die gemessenen Werte je nach Frequenz des Schalls korrigiert. Zur Kennzeichnung des Lärms wird daher häufig der so genannte *A-Filter* verwendet, der die Werte tiefer und hoher Töne entsprechend korrigiert. Der Schalldruckpegel wird dann als *dB(A)* bezeichnet.

F-ML-037 Das sog. "Hosenbodengefühl" ist ohne visuelle Bezugsebene beim Fliegen

- ☐ A) nur von erfahrenen Piloten zu verwenden.
- ☐ B) die einzige noch verwertbare und zuverlässige Orientierungsmöglichkeit im Raum.
- ☐ C) zur Orientierung im Raum nicht geeignet.
- ☐ D) zur Unterstützung der Instrumentenanzeige verwertbar.

Erklärung zu Frage F-ML-037
Die richtige Antwort ist Antwort C)

Der Gleichgewichtssinn

Der Gleichgewichtssinn dient zur Feststellung der Körperhaltung und Orientierung im Raum. Er hat sein Zentrum im Innenohr und Kleinhirn, ist aber eng mit den Augen und anderen Sinnen sowie mit Reflexen verbunden. Dazu werden Signale

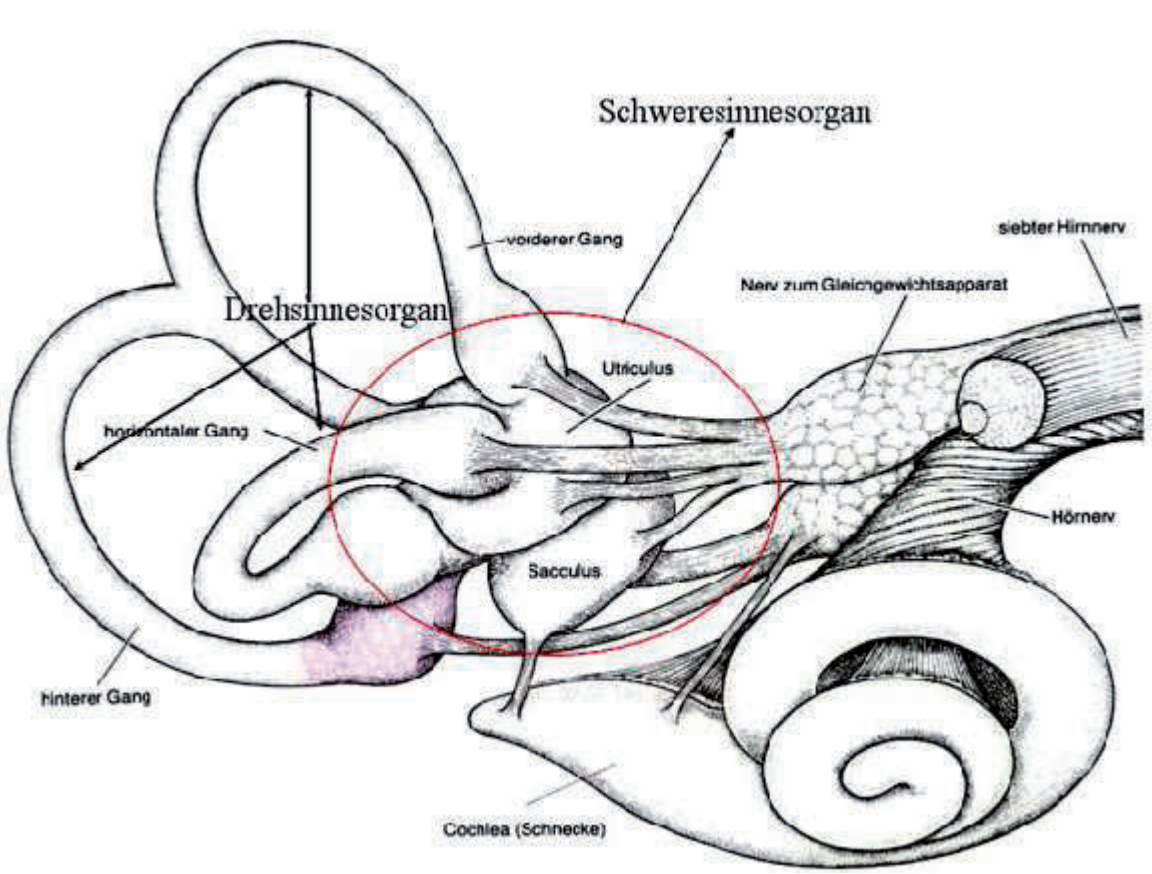
- des *Vestibularorgans*,
- der *Propriorezeptoren* und
- des Sehsinnes

vom Gehirn verarbeitet, um die Gleichgewichtslage des Körpers zu steuern. Zum Gleichgewichtssinn gehört das Empfinden für oben und unten (Lotrichtung), für Drehungen , für Winkel bzw. Neigungen und Rhythmus sowie für Beschleunigungen in allen Richtungen.

Das Vestibularorgan (Vestibulum)

Das wichtigste Sinnesorgan für die Raumlage und ihre großteils reflexgesteuerte Regulation ist das Vestibulum (Vorhof oder Vestibularapparat). Es befindet sich in den Innenohren und wirkt bei unerwarteten Stößen oder Störungen des Gleichgewichts direkt auf die vom benachbarten Kleinhirn gesteuerten Reflexe. Andere Sinnesorgane sind in diese Regelkreise erst mit "Verspätung" eingebunden. Das Vestibulum liegt direkt neben der Gehörschnecke (Cochlea) und ist ein Sensor für Drehbewegungen, Beschleunigungen und die Lotrichtung. Man kann es auch als

Zentrum für langsame Schwingungen deuten, während das Gehör für hohe und mittlere Frequenzen zuständig ist.



Der Vestibularapparat besteht aus dem Bogengangs- und dem Maculaorgan (Macula utriculi und Macula sacculi).

Das Maculaorgan:
Das Maculaorgan dient zur Feststellung von linearen Beschleunigungen. Es liegt außerhalb der Bogengänge und besteht aus Utriculus und Sacculus, die jeweils an einer Stelle mit Sinnesepithel ausgekleidet sind. Die Sinneshaarzellen sind von einer Gallerte bedeckt, in die Calciumcarbonat-Kristalle (Statolithen) eingelagert sind. Umgeben ist diese Statolithenmembran von einer Flüssigkeit (Endolymphe), deren Dichte geringer ist als die der Kristalle. Auf diesem Dichteunterschied beruht die Funktionsweise des Maculaorgans. Der natürliche Reiz für das Maculaorgan ist die Translationsbeschleunigung. Wirkt eine Translationsbeschleunigung auf die Macula ein, bleibt die träge Kristallmasse auf der Gallerte hinter der Körperbewegung zurück, was sich auf die Sinneshaarzellen auswirkt, so dass diese entgegengesetzt zur Körperbewegung abgebogen werden. Dadurch nimmt die Entladungsrate am Nerv zu, so dass das Gehirn eine Änderung der Körperstellung im Raum registrieren kann. Die Statolithenmembran nimmt bei jeder Stellung des Kopfes eine bestimme Lage gegenüber dem Sinnesepithel ein. Utriculus und Sacculus sind um 90° zueinander gedreht angeordnet. Der Utriculus verläuft nahezu waagerecht, der Sacculus steht etwa senkrecht im Schädel. Durch Auswertung beider Informationen kann das Gehirn jede Lage des Kopfes erkennen.

Die von Utriculus und Sacculus gelieferten Informationen sind für die Fähigkeit des

Menschen zur aufrechten Körperhaltung Voraussetzung.

Das Bogengangsorgan:
Das Bogengangsorgan dient zur Feststellung von Drehbeschleunigungen. Es besteht aus drei bogenförmigen, geschlossenen Kanälen, den Bogengängen, die ebenfalls mit Endolymphe gefüllt sind. Sie sind in drei jeweils zueinander senkrecht stehenden Ebenen angeordnet. Jeder Kanal ist an einer Stelle zu einer Ampulle erweitert, innerhalb derer Sinneszellen als feine Härchen ins Innere hineinragen. Diese Härchen sind mit einer gallertartigen Masse (Cupula) bedeckt, die in die Bogengänge wie eine Fahne hineinragt und an der oberen Kanalwand befestigt ist. Der natürliche Reiz für die Bogengangsorgane ist die Drehbeschleunigung. Bei einer Drehung des Kopfes bleibt die Endolymphe träge zurück. Es einsteht ein einseitiger Druck auf die Cupula entgegen der Drehrichtung. Dadurch werden die Haarsinneszellen abgebogen und es entsteht ein Nervenreiz, der an das Gehirn weitergeleitet wird.

Die Cupula enthält keine kristallinen Einlagerungen. Ihre Dichte entspricht genau der Dichte der umgebenden Endolymphe. Daher tritt keine Wirkung bei linearer Beschleunigung auf.

Das zentrale vestibuläre System und der Einfluss der Propriorezeptoren

Vom Vestibularapparat zum Gehirn führt der VIII. Hirnnerv, der Nervus vestibulochochlearis. Er endet in der Medula oblongata im Bereich der Vestibulariskerne. Die Informationen des Vestibularapparates reichen aber nicht aus, um eine eindeutige Aussage über die Stellung des Körpers im Raum machen zu können. Deshalb sind Zusatzinformationen über die Stellung der Augen und die Stellung des Kopfes gegenüber dem Rumpf nötig. Ausgänge des zentralen vestibulären Systems gehen zu den Motoneuronen des Halsmarks und der Extremitätenmuskulatur, zu den Augenmuskelkernen, zum Thalamus und Hypothalamus.

Sensoren, die die Stellung von Muskeln, Sehnen und Gelenken, aber auch Drücke, Schmerz und Temperaturen an das Gehirn melden, nennt man *Propriorezeptoren*. Sie kommen in der Halsmuskulatur, aber auch an vielen anderen Köperstellen vor. So kann man z.B. mit dem Gesäß erfühlen (*Hosenbodengefühl*), wenn man in einen Thermikbart einfliegt oder wenn ein Flugzeug in einen Schiebezustand gerät. Allerdings ist dieses fliegerische Gefühl oft trügerisch, wenn das Gehirn die unterschiedlichen Informationen zur Feststellung der Lage falsch auswertet und versagt insbesondere dann, wenn die Unterstützung durch den Sehsinn ausfällt.

Der Einfluss des Sehsinnes

Das Auge ist das wichtigste Organ zur Beurteilung der Lage im Raum. Dabei spielt für den Gleichgewichtssinn nicht das zentrale, fokussierte Sehfeld eine Rolle, sondern er zieht die Wahrnehmungen aus dem peripheren Sehfeld zur Lagebeurteilung heran. Diese Informationen werden recht hoch bewertet: sind sie aus Sicht des Gehirns eindeutig, betrachtet es widersprechende Informationen anderer Lageorgane als fehlerhaft. Wenn das periphere Gesichtsfeld fortfällt - z.B. bei Nebel oder beim Flug in Wolken, aber auch bei gewissen Erkrankungen - kann

das Auge seine Funktion als Lieferant für Kontrollinformationen der räumlichen Lage nicht mehr wahrnehmen. Dies kann im Gehirn zu Fehlbeurteilungen der räumlichen Lage führen.

F-ML-038 Bei ansteigender Landebahn kann der Eindruck entstehen,

- ☐ A) dass die Sinkrate zu niedrig ist.
- ☐ B) dass der Anflugwinkel zu steil ist.
- ☐ C) dass der Anflugwinkel zu flach ist.
- ☐ D) dass der Landeanflug zu kurz gerät.

Erklärung zu Frage F-ML-038
Die richtige Antwort ist Antwort B)

Fehleinschätzungen beim Anflug

Das Gehirn zieht zur Einschätzung von Entfernungen, Höhen Winkeln, Geschwindigkeiten Informationen über bekannte Objekte heran und vergleicht diese mit der aktuellen Wahrnehmung. Beim Landeanflug sind dies Informationen, die während vorangegangener Flüge in vergleichbaren Situationen oder auch während des gerade durchgeführten Fluges gewonnen worden sind. Wenn die tatsächlichen Gegebenheiten aber anders als gewöhnlich sind, kann es zu einer Vielzahl von Schätzfehlern kommen. Ein Pilot muss sich dessen bewusst sein, denn nur dann kann er die aus solchen Fehleinschätzungen resultierenden Fehler vermeiden. Dabei hilft es, wenn er sich durch Training vorbereitet hat, die kritischen Situation zu erkennen und sich in solchen Situationen richtig zu verhalten.

Fehleinschätzung der Anflughöhe nach langem Flug in großer Höhe

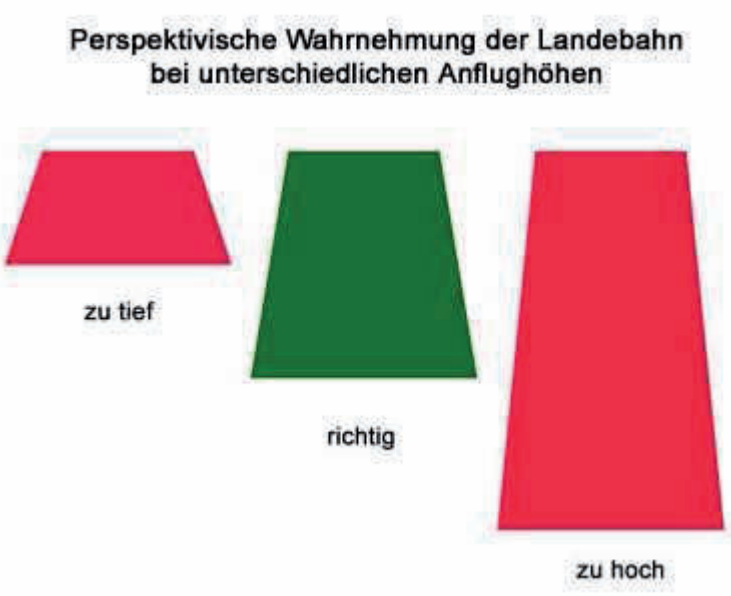
Nach einem langem Flug in großer Höhe haben sich Auge und Gehirn daran gewöhnt, dass die am Boden wahrgenommenen Objekte klein erscheinen. Wenn eine Landebahn bei Annäherung zunehmend größer wird, ist man daher geneigt, die Entfernung zur Landebahn als zu klein abzuschätzen - man hält die Landebahn zu früh für zu groß, macht demzufolge Fehler beim Anflug und ist geneigt, zu hoch abzufangen.

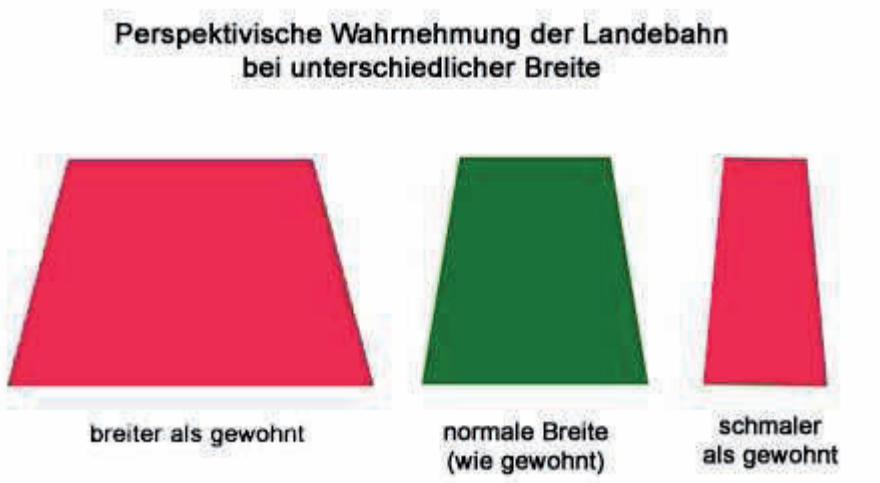
Fehleinschätzung der Anflughöhe beim Anflug auf eine breite oder schmale Landebahn

Bei der Abschätzung der Entfernung und Höhe zu einer Landebahn vergleicht man die wahrgenommene perspektivische Ansicht der Landebahn mit dem vertrauten Bild. Bei einem normalen Anflug wird die Landbahn wie in der Mitte der nebenstehenden Abbildung wahrgenommen. Bei zu niedrigem Anflug erscheint das Bild der Landebahn gestaucht, bei einem zu hohen Anflug erscheint es gestreckt. Fliegt man auf eine Landebahn mit einer Breite an, die anders als gewohnt ist, führt dies bei richtigem Anflug zu einer geänderten Wahrnehmung der Landebahnperspektive:

1. bei richtigem Anflug auf eine breitere Bahn scheint die Bahn gestaucht zu sein - so wie bei einem zu niedrigen Anflug auf eine Bahn mit der gewohnten Breite. Der Pilot meint also, zu niedrig zu sein und ist daher geneigt, zu hoch anzufliegen und zu hoch abzufangen. Man fliegt also in Bezug auf die eigene Wahrnehmung bewusst niedriger als normal an und schwebt in Bezug auf die

eigene





Wahrnehmung bewusst niedriger als normal aus.

1 Bei richtigem Anflug auf eine Bahn, die schmaler ist als gewohnt, scheint die Bahn gestreckt zu sein - so wie bei einem zu hohem Anflug auf die Bahn der gewohnten Breite. Der Pilot meint also, er sein zu hoch und neigt dazu, zu niedrig anzufliegen und zu niedrig abzufangen, wenn man auf eine schmalere Bahn als gewöhnlich anfliegt. Bei einem Anflug auf eine schmale Bahn fliegt man in Bezug auf die eigene Wahrnehmung also bewusst höher als normal an und schwebt bewusst höher aus.

Fehleinschätzung der Anflughöhe beim Anflug auf eine Landebahn mit sehr heller oder sehr dunkler Oberfläche

Basierend auf im Alltag für gewöhnlich als richtig erkannten Erfahrungen erscheinen helle Gegenstände für das Auge näher als dunkele Gegenstände. Beim Anflug auf eine Landebahn mit sehr hellem Oberflächenbelag neigt man daher dazu, zu hoch anzufliegen und zu früh abzufangen. Dies ist besonders im Winter bei schneebedeckter Bahn oder schneebedeckter Umgebung der Bahn zu berücksichtigen. Ist der Bahnbelag recht dunkel, läuft man Gefahr, zu flach anzufliegen und zu spät abzufangen.

Fehleinschätzung der Anflughöhe beim Anflug über geneigtes Gelände

Wenn das Gelände zur Landebahn hin abfällt, befindet man sich während eines normalen Anfluges in geringerer Höhe über dem Gelänge als bei flachem Gelände. Dies führt dazu, dass man bei richtigem Anflug glaubt, zu tief zu sein und daher die Anflughöhe vergrößert. Der Anflug sieht solange korrekt aus, bis man fast an der Piste angekommen ist. Oft kann dann trotz erhöhter Sinkrate der Aufsetzpunkt nicht mehr erreicht werden.

Steigt das Gelände zur Landebahn hin dagegen an, ist man umgekehrt geneigt, zu tief anzufliegen. Dies ist besonders deshalb gefährlich, weil man bei ansteigendem Gelände mit Leewirkungen und Abwindzonen vor der Landebahn rechnen muss.

Fehleinschätzung der Anflughöhe beim Anflug auf eine geneigte Landebahn

Beim Anflug auf eine Landebahn, die in Flugrichtung ansteigt, ist der Winkel zwischen der Bahnebene und der Anfluglinie kleiner als bei horizontal verlaufender Piste. Dies suggeriert dem Piloten, er sei zu hoch. Er neigt dazu, den richtigen Anflugwinkel als zu steil anzusehen und mit viel zu flachem Anflugwinkel anzufliegen. Das Aufsetzen ist dann meist sehr hart, weil nicht genug gezogen wird, um mit dem richtigen Winkel auf der ansteigenden Bahn aufzusetzen. Umgekehrt läuft man bei abfallender Piste Gefahr, zu hoch und mit zu steilem Anflugwinkel anzufliegen.

F-ML-039 Ein vor dem Pistenbeginn liegendes Gelände fällt zur Schwelle hin ab. Es besteht die Gefahr eines

- ☐ A) Zukurzkommens.
- ☐ B) Zuweitkommens.
- ☐ C) Zutiefkommens.
- ☐ D) zu steilen Gleitwinkels.

Erklärung zu Frage F-ML-039
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-038

F-ML-040 Landeanflug auf eine stark ansteigende Piste bewirkt, dass

- ☐ A) man glaubt, zu kurz zu kommen.
- ☐ B) man meint, zu tief zu geraten.
- ☐ C) eine Täuschung in diesem Fall nicht möglich ist.
- ☐ D) man den Eindruck hat, zu hoch anzufliegen und somit zu weit zu geraten.

Erklärung zu Frage F-ML-040
Die richtige Antwort ist Antwort D)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-038

F-ML-041 Ein Pilot ist es gewohnt, auf einer schmalen Piste zu landen. Wenn er dann eine große und breite Landebahn anfliegt, kann das dazu führen, dass

- ☐ A) er zu früh und zu hoch abfängt.
- ☐ B) er steiler als normal anfliegt.
- ☐ C) er flacher als normal anfliegt.
- ☐ D) er zu kurz landet.

Erklärung zu Frage F-ML-041
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-038

F-ML-042 Ein Pilot fliegt eine ansteigende Landebahn an. Dies kann zu Folgendem führen:

- ☐ A) Der Pilot hat das Gefühl tief zu sein. Diese Illusion kann dazu führen, dass er relativ kurz landet.
- ☐ B) Der Luftfahrzeugführer hat das Gefühl höher zu sein. Diese Illusion kann dazu führen, dass er lang landet.
- ☐ C) Der Pilot hat die Illusion höher zu sein, er fängt deshalb zu spät ab und er setzt hart auf.
- ☐ D) Der Luftfahrzeugführer fliegt mit einer schnelleren Endanfluggeschwindigkeit an mit der Gefahr, das Flugzeug dabei zu "stallen".

Erklärung zu Frage F-ML-042
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-038

F-ML-043 Welches Gefühl kann beim Beenden einer koordinierten Kurve entstehen? Der Pilot meint, er befinde sich im

- ☐ A) Geradeausflug.
- ☐ B) Steigflug.
- ☐ C) Sinkflug und Kurvenflug in die entgegengesetzte Richtung.
- ☐ D) konstanten Kurvenflug.

Erklärung zu Frage F-ML-043
Die richtige Antwort ist Antwort C)

Probleme mit dem Gleichgewichtssinn

Der Gleichgewichtssinn des Menschen ist dazu ausgelegt, ihn zu befähigen, in seinem gewöhnlichen Lebensraum das Gleichgewicht zu halten und sich dort zu orientieren. Verlässt er seinen angestammten Lebensraum, können Fehlinterpretationen der Signale im Gehirn und Überreizungen von Sensoren zu Problemen führen, die bis zur völligen Handlungsunfähigkeit führen können. Ein Flugzeug in außergewöhnlicher Fluglage gehört sicher nicht zum normalen Lebensraum eines Menschen. Daher sollte sich jeder Pilot bewusst sein, welchen Wahrnehmungsgrenzen er durch den Gleichgewichtssinn ausgesetzt ist, um kritische Situationen erst gar nicht entstehen zu lassen oder sich nach deren Eintreten daraus wieder befreien zu können.

Desorientierung bei Beschleunigungen im Geradeausflug

Die Maculaorgane sind ausgelegt für den normalen Lebensraum des Menschen. In der Luft können sie die tatsächliche Richtung der Schwerkraft nicht registrieren, sondern sie erfassen immer die Richtung der Scheinkraft. Bei Beschleunigungen im Geradeausflug zeigt das Scheinlot aber schräg nach vorn und unten. Die Maculaorgane sehen diese Richtung als die senkrechte Richtung an und melden "Steigflug". Beim Abbremsen im Geradeausflug melden sie umgekehrt "Sinkflug". Der Pilot glaubt daher, sich in einem falschen Flugzustand zu befinden und ist daher räumlich desorientiert.

Desorientierung bei Drehbewegungen

Drehbewegungen werden in den Bogengangsorganen registriert. Sie müssen aber eine gewisse Minimalbeschleunigung haben, damit die Cupula infolge einer Drehung

aus ihrer Ruheposition ausgelenkt wird und einen Nervenreiz erzeugt. Diese Minimalgeschwindigkeit liegt bei etwa 2°/s2. Entsteht eine Drehung schleichend stets mit kleinerer Beschleunigung, können die Bogengangsorgane diese Drehbewegung nicht registrieren. Ein Pilot meint, er fliegt immer noch geradeaus, obwohl er schleichend eine Kurve eingeleitet hat. Er verliert die räumliche Orientierung, wenn der diese nicht über andere Wahrnehmungen (wie z. B. den Stand der Sonne) wiedererlangen kann.

Auch der Wahrnehmung großer Drehbeschleunigungen sind Grenzen gesetzt. Werden die Bogengansorgane durch zu heftige Beschleunigungen überreizt, kommt es zu Fehlinterpretationen der Signale. Der eine Maximalschwelle übersteigende Wert einer Drehbeschleunigung wird nicht registriert. Daher kann die tatsächliche Lage im Raum nach einer heftigen Drehbewegung eine andere sein als man meint. Es tritt ebenfalls räumliche Desorientierung ein.

Coriolis-Täuschung:
Eine weitere Ursache für eine Täuschung des Drehsinnes können Kopfbewegungen während eines Kurvenfluges sein. Nach Einnehmen der Kurvenlage kehrt die Cupula wieder in ihre Ruhestellung zurück, weil auf sie keine auslenkende Kraft mehr einwirkt. Wird jetzt der Kopf bewegt, verändert sich die Lage der Bogengangsorgane relativ zum Kurvenmittelpunkt, und daher werden wieder Drehbeschleunigungen registriert, obwohl das Flugzeug sich weiter im gleichförmigen Kurvenflug befindet, und als Bewegungen des Flugzeuges interpretiert. Es tritt Orientierungsverlust ein. Orientierungsverlust, der auf diese Weise entsteht, nennt man *Coriolis-Täuschung*.

Vertigo:
Mit *Vertigo* oder *Drehschwindel* bezeichnet man allgemein heftige Schwindelgefühle. Sie treten auf, wenn das Gehirn die Informationen der verschiedenen Rezeptoren des Gleichgewichtssinnes nicht konsistent verarbeiten kann, insbesondere wenn die visuelle Wahrnehmung nicht mit den Signalen des Vestibularorgans übereinstimmen. Drehschwindel tritt z.B. auf, wenn im Kurvenflug bei mäßiger Sicht der Kopf bewegt wird. Er kann dazu führen, dass man nichts mehr fixieren kann. Falls Drehschwindel eingetreten ist, nimmt man eine aufrechte Sitzposition ein, hält den Kopf ruhig und versucht, die Augen auf einen Punkt zu fixieren. Bei fehlender Außensicht fixiert man eines der Fluginstrumente. Sobald dies gelingt, wird die Fluglage anhand der Instrumente korrigiert.

Verhalten bei räumlicher Desorientierung:
Falls räumliche Desorientierung eingetreten ist, lässt sich die Orientierung über visuelle Eindrücke wiedererlangen. Wenn der Horizont sichtbar ist, hilft das Anvisieren des Horizontes. Nach Einflug in Wolken vermittelt das Betrachten der Fluglageinstrumente, insbesondere des künstlichen Horizonts die räumliche Orientierung. Das setzt allerdings voraus, dass man die Anzeigen der Instrumente sicher und richtig interpretieren kann und den Anzeigen traut, auch wenn der eigene Hosenboden etwas anders suggeriert.

Täuschungen bei stationärem Kurvenflug

Nach Einnehmen der stationären Kurvenlage bei einer koordinierten Kurve kehrt die Cupula wieder in ihre Ruhestellung zurück, weil auf sie keine auslenkende Kraft

mehr einwirkt, und signalisiert dem Gehirn Geradeausflug. Da das Einleiten der Kurve mit Ziehen am Höhenruder verbunden ist, registrieren die Maculaorgane eine Aufwärtsbewegung, die zunächst auch dann noch als solche empfunden wird, wenn die Bogengänge den Geradeausflug signalisieren. Nach einiger Zeit halten die Maculaorgane dann das Scheinlot für die Senkrechte und melden ebenfalls den Normalzustand. Daher entsteht der falsche Sinneseindruck, man befände sich im unbeschleunigten Geradeausflug, also in der Normalfluglage. Wird die Kurve bei solcher Sinneswahrnehmung ausgeleitet, registriert das Vestibularorgan dies als Einleiten einer Kurve in die entgegengesetzte Richtung, d.h. die Normalfluglage nach Beenden der Kurve wird als Kurvenlage in die entgegengesetzte Richtung empfunden. Da während der Kurve etwas gezogen werden musste, um die Höhe zu halten, muss das Höhenruder beim Ausleiten der Kurve wieder nachgelassen werden, um den Horizontalflug beizubehalten. Dies bewirkt die Sinneswahrnehmung einer Beschleunigung nach unten, also eines Sinkfluges.

Todesspirale oder *Friedhofs-Trudeln*:
Beim Beginn des Trudelns nimmt der Gleichgewichtssinn eine Drehung in Trudelrichtung wahr. Werden nun mehrere Trudelumdrehungen abgewartet, bevor das Trudeln ausgeleitet wird, kehrt die Cupula in die Ruhestellung zurück. Wird dann das Trudeln ausgeleitet, verbleibt die Endolympe für einige Zeit aufgrund ihrer Trägheit noch in Bewegung und lenkt die Cupula in die entgegengesetzte Richtung aus. Der Gleichgewichtsinn meldet nun eine Drehung entgegen der Trudelrichtung. Bemerkt der Pilot nicht, dass dies eine Fehlmeldung ist, weil er diese Meldung nicht anhand visueller Bezugspunkte kontrollieren kann, wird er gegensteuern und das Trudeln dadurch sofort wieder einleiten. Er glaubt dann, das Trudeln beendet zu haben, bewegt sich aber in einer steilen Spirale nach unten. Daher rührt die Bezeichnung *Todesspirale.*

Kinetose

Der Fachausdruck *Kinetose* leitet sich vom griechischen Wort für „bewegen" „kinein" ab. Unter dem Oberbegriff Kinetosen werden die Seekrankheit, die Flugkrankheit (Luftkrankheit), die Reisekrankheit (Auto- bzw. Bahnreisen) zusammengefasst. Allgemein spricht man auch von *Bewegungskrankheit*. Sie wird verursacht durch Überreizung von Utriculus und Sacculus im Maculaorgan. Das Gehirn versucht, die Vielzahl der Signale aus dem Vestibularorgan mit visuellen und propriorezeptorischen Reizen in Einklang zu bringen. Wenn dies nicht gelingt, kommt es zur Kinetose. Das Entstehen der Kinetose wird begünstigt, wenn sich unterschiedliche Beschleunigungen überlagern, z.B. durch Kopfbewegung im Kurvenflug.

Durch die Verbindung des Vestibularsystems mit den Hypothalamus kommt es zu einer Beeinflussung des vegetativen Nervensystems - der Parasympathikus wird erregt und löst die Symptome der Kinetose aus. Die Hauptsymptome sind:

- häufiges Gähnen,
- Mattigkeit,
- Schwindel,
- erhöhter Speichelfluss,
- Übelkeit, Erbrechen,
- Schweißausbrüche,

- Hyperventilation sowie
- Herzklopfen und erhöhter Puls mit Blutdruckabfall.

Infolge dieser Symptome leiden die Betroffenen unter Konzentrationsschwäche und sind willenlos und apathisch. Schlimmes Erbrechen kann im Extremfall zu gefährlichem Flüssigkeits- und Salzmangel im Körper führen. Kaltschweißigkeit kann bereits nach 1–2 min auftreten und stellt somit ein Frühsymptom dar. Die Gesichtsfarbe kann von fahler Blässe bis zu einer grünlichen Verfärbung reichen. Bei besonders anfälligen Personen und lange fortgesetzten Bewegungsreizen kann es schließlich zum Kreislaufkollaps kommen.

Säuglinge leiden noch nicht unter Kinetose, da der Gleichgewichtssinn noch nicht ausreichend entwickelt ist. Am häufigsten tritt sie bei Kindern zwischen dem 2. und 12. Lebensjahr auf. Nach dem 50. Lebensjahr wird sie selten, da die Sinnesorgane im Rahmen des Alterungsprozesses degenerieren. Frauen sind anfälliger als Männer, besonders zu Beginn der Menstruation und während der Schwangerschaft. Ängstliche Menschen sind häufiger betroffen - Angst und psychische Anspannung begünstigen die Entstehung der Kinetose. Auch Menschen mit Migräne neigen vermehrt zur Kinetose.

Um Kinetose zu vermeiden, sollte man Hin- und Herbewegungen des Kopfes während des Kurvenfluges unterlassen. Man kann durch leichte Nahrung und frische Luft sowie durch Lärmdämmung (Ohrstöpsel oder Headset) der Kinetose vorbeugen. Ist man bereits davon betroffen, kann man der Kinetose entgegenwirken, indem man mit den Augen einen ruhigen Punkt fixiert, z.B. einen Punkt am Horizont. Ein Pilot kann zum Wohlbefinden seiner Fluggäste beitragen, indem er Gebiete mit Turbulenzen vermeidet (durch Höhenänderung oder Umfliegen) und auf Flugmanöver mit hohen Beschleunigungen verzichtet. Medikamente gegen Kinetose dämpfen das vegetative Nervensystem und verringern damit die Reaktionsfähigkeit. Daher dürfen Piloten solche Medikamente nicht einnehmen. Dass die Einnahme von Alkohol kein brauchbares Gegenmittel ist, versteht sich von selbst.

Täuschungen des zum Gleichgewichtssinn beitragenden Sehsinnes

Wie bereits dargestellt, liefert der Sehsinn wesentliche Informationen für den Gleichgewichtssinn an das Gehirn. Das Gehirn gewichtet die visuellen Signale in der Regel sehr hoch - es vertraut ihnen mehr als den Signalen der Vestibularorgane. Dies kann aber zu eklatanter Fehleinschätzung der Lage führen, wenn die visuellen Signale falsch sind.

Optisches Hängen (optical leans)
Diese Täuschung tritt auf, wenn man visuell eine falsche Horizontrichtung wahrnimmt. Befindet man sich z.B. über einer geschlossenen Wolkendecke, wird man die Grenze zwischen der Wolkenoberkante und dem Himmel als Horizont interpretieren, und zwar auch dann, wenn die Wolkenoberkante schräg verläuft. Man ist räumlich desorientiert. Richtet man die Fluglage nach diesem falschen Horizont aus, kann man in eine gefährliche Fluglage geraten. Die Lageinstrumente zeigen vermeintlich unsinnige Werte an, die Höhe nimmt ab, die Motordrehzahl steigt u.s.w. Erkennt man nicht, dass die Ursache dafür eine Desorientierung ist, kann es zum Absturz kommen.

Autokinese und Lichttäuschung
Wenn man sich beim Fliegen in der Dunkelheit an Lichtern orientiert, kann es zu verschiedenen Täuschungen kommen:

- Eine Lichterkette am Boden kann mit Sternen oder Reflexionen von Lichtquellen am eigenen Flugzeug verwechselt werden. Orientiert man sich daran, um die Fluglage einzuschätzen, kommt es zur räumlichen Desorientierung.
- Fixiert man eine bestimmte Lichtquelle bei Dunkelheit über längere Zeit, meint man nach einiger Zeit, diese würde sich bewegen. Dieses Phänomen wird als *Autokinese* bezeichnet. Die vermeintliche Bewegung der Lichtquelle suggeriert Lageveränderungen des Flugzeuges und bewirkt in räumlicher Desorientierung falsche Steuerbefehle zur Korrektur der vermeintlich falschen Fluglage.
- Schwankungen der Helligkeit einzelner Lichtquellen werden als Entfernungsänderungen dieser Lichtquellen interpretiert, obwohl die Ursache der Schwankungen anderer Natur sein kann, z.B. Abschirmung durch Wolken oder tatsächliche Helligkeitsänderung der Lichtquelle. Auch dies hat räumliche Desorientierung zur Folge.

Täuschungen der Propriorezeptoren (Täuschungen des Hosenbodengefühls)

Man darf dem fliegerischen Gefühl nicht trauen, solange es nicht durch visuelle Signale bestätigt wird. Die Lagerezeptoren in den Muskeln sind für Bewegungen am Erdboden ausgelegt und funktionieren nur im Zusammenspiel mit anderen Sinnenswahrnehmungen verlässlich! Dies kann man auch durch große fliegerische Praxis nicht ändern. Wenn dem Gehirn weitere wichtige Informationen zur Lagebeurteilung fehlen, kann es die Signale der Propriorezeptoren nicht richtig auswerten. **Das fliegerische Gefühl ist daher als alleiniges Mittel zur Lagebeurteilung absolut ungeeignet!**

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-037

F-ML-044 Welche Illusion kann bei koordiniertem Kurvenflug entstehen? Beim Luftfahrzeugführer entsteht der Eindruck, sich

- ☐ A) aufwärts zu bewegen.
- ☐ B) abwärts zu bewegen.
- ☐ C) in einer Drehung in entgegengesetzter Richtung zu bewegen.
- ☐ D) verstärkt in Kurvenrichtung zu drehen.

Erklärung zu Frage F-ML-044
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-043

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-037

F-ML-045 Ein Pilot, der im Geradeausflug beschleunigt, kann

- ☐ A) einen "Drehimpuls" empfinden.
- ☐ B) die Illusion des Steigfluges haben.
- ☐ C) die Illusion des Kurvenfluges haben.
- ☐ D) den Eindruck entwickeln, dass sich stationäre Objekte am Himmel hin und her bewegen.

Erklärung zu Frage F-ML-045
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-043

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-037

F-ML-046 Welche Sinneswahrnehmungen erfährt man ohne visuelle Bezugspunkte beim Ausleiten eines Trudelmanövers? ("Todesspirale")

- ☐ A) Man mein, in gleicher Richtung weiterzudrehen.
- ☐ B) Man meint, in die Gegenrichtung zu drehen.
- ☐ C) Das Gleichgewichtsorgan meldet, dass die Drehung beendet ist und man wieder geradeaus fliegt.
- ☐ D) Das Ausleiten eines Trudelmanövers ist unterschwellig, sodass das Gleichgewichtsorgan keine brauchbare Information liefert.

Erklärung zu Frage F-ML-046
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-043

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-037

F-ML-047 Wann ist die Gefahr des Auftretens von Drehschwindel (Vertigo) im Flug am größten?

- ☐ A) Bei Kopfdrehungen im Geradeausflug
- ☐ B) Bei Kopfdrehungen im Kurvenflug
- ☐ C) Bei Kopfdrehungen im Sinkflug
- ☐ D) Bei Kopfdrehungen im Steigflug

Erklärung zu Frage F-ML-047
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-043

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-037

F-ML-048 Räumliche Desorientierung triff häufig bei Kurvenflug ohne Sicht nach außen (z.B. Wolkenflug) auf. Was kann dabei zusätzlich eine besondere Form des Drehschwindels (Coriolis Effekt) auslösen?

- ☐ A) Kurvenflug und Kurswechsel, gleichzeitig Kopfbewegungen (z.B. Gegenstände im Cockpit suchen)
- ☐ B) Der Coriolis Effekt kann bei reduzierter Sicht, z.B. bei Einflug in schlechtes Wetter auftreten. Er ist ungefährlich.
- ☐ C) Der Drehschwindel tritt nur bei unerfahrenen und jungen Piloten auf.
- ☐ D) Sauerstoffmangel kann Auslöser für den Coriolis Effekt sein.

Erklärung zu Frage F-ML-048
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-043

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-037

F-ML-049 Welche Auswirkungen auf die Lageempfindung von Haut- und Muskulatur-Sensoren beim Fliegen sind zu beachten?

- ☐ A) Dies ist ein angeborener Sinn, welcher auch beim Fliegen eine korrekte Lageempfindung vermittelt.

  Solche Sinneswahrnehmungen können bei Sichtverlust zu falschen Lage-Empfindungen

☐ B) führen.

☐ C) Diese Lageempfindungen sind für die motorische Koordination beim Instrumentenflug verwertbar.

☐ D) Natürliche Lageempfindungen können nach Training zur Vermeidung der Desorientierung im Raum beitragen.

Erklärung zu Frage F-ML-049
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-037

F-ML-051 Was ist bei Störungen im Gleichgewichtsorgan und bei fehlender Sicht im Flug, insbesondere beim Drehschwindel (Vertigo) zu tun?

☐ A) Augen schließen (damit Dreheindrücke ausgeschaltet werden) und konzentrieren

☐ B) Steuern nach Instrumenten (z.B. Fahrtanzeige) bei ruhiger Kopfhaltung

☐ C) Senkrechtes Hinsetzten und Abwarten bis zum Abklingen der Eindrücke

☐ D) Sichtkontakt nach außen suchen

Erklärung zu Frage F-ML-051
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-043

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-037

F-ML-052 Beim Anflug einer Piste, die schmaler ist als gewohnt, wird das Gefühl eines zu hohen Anfluges vermittelt. Was kann man tun?

☐ A) Flacher als normal anfliegen und vor der Schwelle abfangen

☐ B) Flacher als gewollt anfliegen und flach ausschweben

☐ C) Höher als normal anfliegen und Bahnmitte anvisieren

☐ D) Höher als normal anfliegen und lang landen

Erklärung zu Frage F-ML-052
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-038

F-ML-053 Um Schwindelgefühle während eines Fluges zu vermeiden, sollte man

☐ A) den Kopf hin und her bewegen und normal atmen.

☐ B) seitlich herausschauen, wenn man eine Kurve fliegt.

☐ C) tief einatmen, aber die Atemfrequenz niedrig halten.

☐ D) während des Kurvenfluges den Kopf nicht hin und her bewegen.

Erklärung zu Frage F-ML-053
Die richtige Antwort ist Antwort D)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-043

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-037

F-ML-054 Wie verhält man sich, um Luftkrankheit bei Fluggästen zu verhindern?

☐ A) Bei längeren Flügen Vermeidung von Turbulenzen bzw. schnellen Richtungsänderungen

☐ B) Vorbeugende Gabe von Medikamenten gegen Reisekrankheit

☐ C) Gute Durchlüftung des Cockpits, Horizont betrachten lassen

☐ D) Alle Antworten sind richtig.

Erklärung zu Frage F-ML-054
Die richtige Antwort ist Antwort D)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-043

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-037

F-ML-055 Welche Maßnahmen zur Vorbeugung der Luftkrankheit bei Fluggästen und deren Gegenmaßnahmen sind ungeeignet?

- ☐ A) Medizinisch: Prophylaktische Gabe von Medikamenten gegen Luftkrankheit
- ☐ B) Fliegerisch: ruhig und koordiniert fliegen, Turbulenzen meiden, gute Belüftung
- ☐ C) Psychologisch: aufklärende Beruhigung der Passagiere, u.a. durch Informationen über den Ablauf des Fluges
- ☐ D) Vor dem Flug Einnahme von mäßigen Mengen eines alkoholischen Getränkes zur Verringerung der Flugangst

Erklärung zu Frage F-ML-055
Die richtige Antwort ist Antwort D)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-043

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-037

F-ML-056 Die Wahrscheinlichkeit, luftkrank zu werden, ist höher, wenn

- ☐ A) der Pilot oder Fluggast Angst hat oder unmotiviert ist zu fliegen.
- ☐ B) der Passagier vor dem Flug Medikamente gegen Luftkrankheit eingenommen hat.
- ☐ C) der Flugschüler motiviert ist und an die Einwirkungen des Fluges angepasst ist.
- ☐ D) alle Insassen eine gute Außensicht haben.

Erklärung zu Frage F-ML-056
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-043

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-037

F-ML-057 Was versteht man unter Luftkrankheit (Kinetose)?

- ☐ A) Ein Zustand, der mit Auftreten von Gasbläschen im Blut des Piloten nach Druckverlust der Druckkabine eines Flugzeuges auftritt
- ☐ B) Ein Konflikt verschiedener Lageempfindungen, u.a. zwischen Sehwahrnehmung und Innenohr, verbunden mit Angst, Übelkeit und Erbrechen
- ☐ C) Eine Erkrankung, die durch reduzierten Luftdruck bedingt ist
- ☐ D) Eine Erkrankung, bedingt durch eine Infektion des Mittelohrs

Erklärung zu Frage F-ML-057
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-043

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-037

F-ML-059 Was trifft für Impfungen und Fliegen zu?

- ☐ A) Sie haben in der Regel keinen Einfluss auf Flugtauglichkeit.
- ☐ B) Sie können oft erst nach Tagen auftretende beeinträchtigende Reaktionen hervorrufen.
- ☐ C) Impffolgen werden durch zusätzliche Faktoren, wie Alkohol oder Medikamente kompensiert.
- ☐ D) Sie haben 1 Woche Fluguntauglichkeit zur Folge.

Erklärung zu Frage F-ML-059
Die richtige Antwort ist Antwort B)

"Der Pilot darf nur dann verschreibungspflichtige, nicht verschreibungspflichtige

Medikamente oder Homöopathika (siehe JAR-FCL 3.115) zu sich nehmen oder sich einer andersartigen Behandlung unterziehen, wenn er absolut sicher ist, dass das entsprechende Arzneimittel oder die Behandlung ihn in der sicheren Ausübung seiner Tätigkeit nicht beeinträchtigt. Sollten in dieser Hinsicht Zweifel bestehen, ist die Weisung der zuständigen Stelle, eines AMC`s [Aeromedical Center = Flugmedizinisches Zentrum] oder AME`s [Authorized Aeromedical Examiner = Fliegerarzt] einzuholen."

Impfungen sind z.B. solche andersartigen Behandlungen. Sie können Wirkungen nach sich ziehen, die oft erst nach einigen Tagen auftreten und dann die Flugtüchtigkeit beeinträchtigen können. Man sollte nach einer Impfung in jedem Fall den Fliegerarzt kontaktieren, um sich darüber zu informieren, ob diese Impfung solche Gefährdungen nach sich ziehen kann.

F-ML-060 Am Morgen eines geplanten Fluges wacht man mit einer starken Erkältung auf, der Hals tut weh und die Nase ist geschwollen. Wie verhält man sich?

- ☐ A) Vor dem Flug vom Hausarzt Nasentropen verordnen lassen, die die Nase frei machen
- ☐ B) Man nimmt vor Antritt des Fluges Nasentropfen und wird regelmäßig während des Fluges einen Druckausgleich durchführen.
- ☐ C) Man nimmt sofort Medikamente ein, damit die Erkältung so schnell wie möglich vorbeigeht.
- ☐ D) Ein Flug ist zu unterlassen!

Erklärung zu Frage F-ML-060
Die richtige Antwort ist Antwort D)

Erkältung und Fliegen

Eine Erkältung kann zur Einschränkung der Leistungsfähigkeit führen. Außerdem ist häufig die Schleimhaut in der Eustachischen Röhre geschwollen, so dass der Druckausgleich zwischen dem Rachenraum und dem Mittelohr insbesondere beim Sinkflug nicht stattfindet. Daher darf man einen Flug nicht antreten, wenn man erkältet ist.

Checkliste I'M SAFE

Mentale oder gesundheitliche Probleme können zur Einschränkung der Leistungsfähigkeit während eines Fluges führen. Daher sollten Sie sich vor einem Flug anhand der nachstehenden Tabelle überprüfen, die den Merksatz *I'M SAFE* erläutert.

I'M SAFE'			Bin ich sicher?
I	Illness	Krankheit	Bin ich gesund?
M	Medication	Medikamente	Bin ich frei von Medikamenten, die die Flugfähigkeit beeinträchtigen könnten?
S	Stress	psychische Belastungen	Bin ich entspannt und frei von psychischen Belastungen?
A	Alcohol	Alkohol	Habe ich in den letzen 8 Stunden keinen Alkohol getrunken?
F	Fatigue	Müdigkeit	Bin ich ausgeruht?
			Habe ich ausreichend gegessen, so dass mich Hunger nicht

E	Eating	Ernährung	belasten kann?

Wenn Sie alle Punkte positiv beantworten können, steht einem Fluge nichts im Wege, wenn aber nur ein Punkt negativ ist, sollten Sie auf einen Flug verzichten!

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-005

F-ML-061 Welche der Aussagen ist richtig im Hinblick auf den Flüssigkeitsbedarf des menschlichen Körpers beim Fliegen?

- ☐ A) Der Flüssigkeitsbedarf während eines längeren Fluges orientiert sich am Durstgefühl.
- ☐ B) Ein ausgeglichener Flüssigkeitshaushalt verbessert nachweislich die mentale Leistungsfähigkeit des Piloten.
- ☐ C) Bei einem Flug bis zu 4 Stunden benötigt man keine zusätzliche Flüssigkeit.
- ☐ D) In großen Flughöhen ist der Flüssigkeitsbedarf gleich groß wie in Bodennähe.

Erklärung zu Frage F-ML-061
Die richtige Antwort ist Antwort B)

Auswirkungen von Flüssigkeitsverlusten auf die Leistungsfähigkeit

Wasser ist ein lebensnotwendiges, aber dennoch häufig übersehenes und unterschätztes Lebensmittel. Um gut mit Wasser versorgt zu sein, benötigt ein Erwachsener mit durchschnittlicher körperlicher Aktivität eine mittlere Gesamtwasserzufuhr von 2900 ml (Männer) bzw. 2200 ml (Frauen) in Form von nicht-coffeinhaltigen und nicht-alkoholischen Getränken, Suppen und anderen Lebensmitteln. Nur wenn der Körper seinen Flüssigkeitshaushalt intakt halten kann, kann er die volle physische und mentale Leistungsfähigkeit erbringen.

1. Flüssigkeitsverluste von nur 2 Prozent des Körpergewichts vermindern bereits die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit. Ein Flüssigkeitsverlust von 2 Prozent entspricht bei einem 70 Kilogramm schweren Menschen 1,4 Liter. Allein 1,2 Liter verliert der Körper während eines Tages über das Atmen, die Haut und durch Ausscheidungen unter normalen Klimabedingungen und bei normaler Belastung. Im Falle einer zu geringen Wasserzufuhr steigt die Elektrolytkonzentration im Blut an. Elektrolyte sind die Mineralstoffe, die eng mit dem Wasserhaushalt verknüpft sind (z.B. Natrium, Kalium, Magnesium, Chlorid). Das Blut wird hyperton. Da die Konstanz des Blutvolumens von großer physiologischer Bedeutung ist, führt dies zu einer Aufnahme von Wasser aus den Zellen in die Blutgefäße. Als *Osmorezeptoren* bezeichnete Zellen im Hypothalamus registrieren bereits geringe Veränderungen des osmotischen Drucks und leiten normalerweise eine Gegenregulation ein. Osmorezeptoren veranlassen die benachbarte Hypophyse als der übergeordneten Steuerungsdrüse, ein als *ADH (= antidiuretisches Hormon)* bezeichnetes Hormon freizusetzen. Dieses Hormon gelangt über den Blutkreislauf zu den Nieren und führt dort zu einer verstärkten Rückabsorption von Wasser, d.h. einer Verminderung der Urinausscheidung. Dieser Rückkoppelungsmechanismus ist sehr effizient und gewährleistet unter normalen Bedingungen eine Konstanthaltung des Körperwassers und des Blutvolumens.
1. Durch Schwitzen bei Anstrengung und höheren Temperaturen verdoppelt oder verdreifacht sich diese Wassermenge, die der Körper an einem Tag verliert.

- Kaffee, Tee und Alkohol haben eine entwässernde Wirkung und tragen somit wenig zur Flüssigkeitsversorgung bei. Sie sollten immer durch Zufuhr von Trinkwasser ergänzt werden.
- Verliert der Körper mehr als 0,5 % -1,0 % seines Körpergewichts in Form von Wasser (0,3 l - 0,4 l), entsteht bereits ein erstes Durstgefühl, das mit weiter abnehmendem Wassergehalt des Körpers zunehmend stärker wird. Das Auslösen eines Durstsignals stellt eine wichtige physiologische Regelgröße des Flüssigkeitshaushalts dar und veranlasst den Menschen, seine Wasserbilanz auszugleichen, d. h. zu trinken. Normalerweise ist der Durst bzw. das Trinkbedürfnis ein gutes Maß für den Wasserbedarf des Körpers. Bei großer Belastung oder konzentriertem Arbeiten wird das "Durst-Signal" des Körpers aber oft überhört oder unterdrückt. Deshalb kann ein Pilot nicht davon ausgehen, dass sich Durst einstellt, wenn der Flüssigkeitshauhalt seines Köpers ein Defizit aufweist.
- Beim Fliegen sollte man sich regelmäßiges Trinken vornehmen, es planen und sich immer wieder ins Gedächtnis rufen. Am sinnvollsten ist eine über den Flug verteilte, kontinuierliche Flüssigkeitszufuhr von Mineralwasser.

F-ML-062 Die Wirkung des Alkohols

- ☐ A) nimmt mit zunehmender Höhe ab.
- ☐ B) verstärkt sich mit zunehmender Höhe.
- ☐ C) ist unbeeinflusst von der Höhe.
- ☐ D) spielt beim Fliegen keine Rolle.

Erklärung zu Frage F-ML-062
Die richtige Antwort ist Antwort B)

Alkohol und Fliegen

Bereits geringe Mengen von Alkohol im Blut führen zur Fluguntauglichkeit. Fliegt ein Pilot dennoch, gefährdet der sich und seine Mitmenschen! Grundsätzlich darf nicht geflogen werden, wenn innerhalb der letzten 8 Stunden vor dem Fluge Alkohol getrunken wurde! Beim Fliegen gilt die 0-Promille Grenze!

Alkohol gelangt über Magen und Darm schnell in die Blutbahn und wird vom Blut zu den Körperzellen transportiert. Er richtet in Zellen, die ihn aufnehmen, Schaden an. Dies gilt insbesondere für die Gehirnzellen. In der Folge wird der Gleichgewichtssinn gestört, das Sehzentrum negativ beeinflusst und die Reizleitung des Nervensystems gestört. Dadurch schwinden Selbstbeherrschung und Kritikfähigkeit. Reaktionsfähigkeit und Konzentrationsfähigkeit sind stark eingeschränkt:

- Ab 0,2 ‰ ist die Reaktionszeit bereits merklich beeinträchtigt. Bewegte Objekte werden nur noch unscharf wahrgenommen.
- Ab 0,3 ‰ ist das für den Gleichgewichtssinn so wichtige periphere Sehen eingeschränkt. Informationen werden nur noch unkoordiniert verarbeitet.
- Ab 0,6 ‰ tritt starker Tunnelblick ein. Das Unfallrisiko ist bereits erheblich größer als ohne Alkohol im Blut.
- Ab 0,8 ‰ hat sich das Unfallrisiko auf das 5 bis 15-fache erhöht!
- Durch die geringere Sauerstoffkonzentration im Blut kommt es in größeren Flughöhen bei allen ‰-Werten zu einer Verstärkung der Wirkung des Alkohols.

Pro Stunde kann der Körper etwa ein Gramm Alkohol je 10 kg Körpergewicht abbauen. Eine Flasche Wein enthält ca. 80 Gramm Alkohol. Diese Alkoholmenge wird also von einem 80 kg schweren Menschen in etwa 10 Stunden abgebaut. Dieses Beispiel zeigt, dass auch die 8-Stunden-Regel nicht immer ausreicht, sicherzustellen, den Flug bei 0 ‰ anzutreten. Als Faustregel sagt man, dass bei normaler Körperstatur etwa 0,1 ‰ pro Stunde abgebaut werden.

Der Abbau des Alkohols kann nicht beschleunigt werden. Kaffee trinken hilft also nicht. Allerdings verstärkt der Alkohol die Wirkung des Koffeins, so dass man irrtümlich meint, die Wirkung des Alkohols hätte nachgelassen. Dennoch darf in diesem Zustand nicht geflogen werden.

Ob und was man gegessen hat, hat keinen Einfluss auf die Zeit, die der Alkoholabbau benötigt, beeinflusst aber, wie schnell die Wirkung des Alkohols einsetzt. Nach dem Verzehr recht fetter Speisen wird der Alkohol langsamer vom Blut aufgenommen und gelangt daher erst später in den Kreislauf, so dass der falsche Eindruck entsteht, man würde mehr Alkohol vertragen.

F-ML-063 Wie wirkt der Alkohol auf den Flugpassagier beim Fliegen in größeren Höhen?

- ☐ A) In der Höhe verringert sich die Wirkung des Alkohols auf die Psyche.
- ☐ B) Der Alkohol verringert die Ausscheidung von Wasser über die Blase.
- ☐ C) Durch den Sauerstoffmangel verstärkt sich unerwartet die Wirkung des Alkohols.
- ☐ D) Kein Unterschied zum Aufenthalt am Boden

Erklärung zu Frage F-ML-063
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-062

F-ML-064 Lassen sich Druckausgleichsbeschwerden infolge von Erkältungen erfolgreich verhindern?

- ☐ A) Ja, man kann ohne Gefahr ein schleimhautabschwellendes Mittel einnehmen.
- ☐ B) Nein! Ein Flug ist zu unterlassen!
- ☐ C) Eine Entscheidung, ob geflogen werden kann, muss durch den Hausarzt getroffen werden.
- ☐ D) Nicht nötig, da Flüge unterhalb 3000 ft AGL gefahrlos sind.

Erklärung zu Frage F-ML-064
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-005

F-ML-065 Eine große Anzahl von Medikamenten kann ohne Rezept erworben werden. Was ist bei der Einnahme von diesen Medikamenten zu beachten?

- ☐ A) Rezeptfreie Medikamente haben keine Nebenwirkungen, die Piloten Probleme machen können.
- ☐ B) Bevor ein Pilot mit Medikamenten fliegt, soll er sich vom Fliegerarzt beraten lassen.
- ☐ C) Die Nebenwirkungen solcher Medikamente können vom Piloten vernachlässigt werden (siehe Beipackzettel).
- ☐ D) Diese Medikamente sind unbedenklich, da sie den Wachheitsgrad des Piloten verstärken.

Erklärung zu Frage F-ML-065
Die richtige Antwort ist Antwort B)

Medikamente und Selbstmedikation

Alle Medikamente werden eingenommen, damit sie eine Wirkung auf den Organismus entfalten. Daher funktioniert der Organismus nach Einnahme von Medikamenten anders als ohne deren Einnahme. Nach Einnahme eines Schmerzmittels wird z.B. das Schmerzempfinden reduziert, die eigentliche Ursache des Schmerzes ist aber nach wie vor vorhanden. Schmerzempfinden ist aber ein Warnsignal, dass etwas im Körper nicht in Ordnung ist, und dieses Warnsignal wird durch das Schmerzmittel unterdrückt. Treten nun neue Krankheiten oder Störungen auf, die normalerweise zu Schmerzen führen würden, werden diese nicht erkannt. Daher ist insbesondere bei der Selbstmedikation mit Vorsicht vorzugehen.

Neben den erwünschten Wirkungen können unerwünschte Nebenwirkungen auftreten. Dies gilt auch für rezeptfreie Medikamente. Solche Nebenwirkungen können die Flugtauglichkeit eines Piloten erheblich beeinflussen. Typische Nebenwirkungen sind:

- bei Schmerzmitteln: Benommenheit, Müdigkeit. Es besteht außerdem die Gefahr der Gewöhnung.
- bei Schlaffmitteln: Müdigkeit, eingeschränktes Reaktionsvermögen, Gefahr der Abhängigkeit.
- bei Erkältungs- und Grippemitteln: Müdigkeit, Konzentrationsschwäche, Nervosität.
- bei Appetitzüglern: Koordinationsschwäche, Leistungsabfall, Konzentrationsschwäche.

In JAR-FCL 3.115 ist vorgeschrieben, im Zweifelsfall nach Einnahme von Medikamenten den Fliegerarzt zu kontaktieren, um sich beraten zu lassen, ob ein Flug unter Wirkung dieser Medikamente angetreten werden darf. Es reicht nicht immer aus, den Hausarzt danach zu befragen, dennoch sollte man ihn gezielt darauf hinweisen, dass man beabsichtigt, als Pilot ein Luftfahrzeug zu führen.

"Der Pilot darf nur dann verschreibungspflichtige, nicht verschreibungspflichtige Medikamente oder Homöopathika (siehe JAR-FCL 3.115) zu sich nehmen oder sich einer andersartigen Behandlung unterziehen, wenn er absolut sicher ist, dass das entsprechende Arzneimittel oder die Behandlung ihn in der sicheren Ausübung seiner Tätigkeit nicht beeinträchtigt. Sollten in dieser Hinsicht Zweifel bestehen, ist die Weisung der zuständigen Stelle, eines AMC`s [Aeromedical Center = Flugmedizinisches Zentrum] oder AME`s [Authorized Aeromedical Examiner = Fliegerarzt] einzuholen."

Wie lange die Wirkung eines Medikamentes die Flugtauglichkeit eines Piloten beeinträchtigen kann, hängt stark von dem eingenommenen Medikament ab. In der Regel kann man aber davon ausgehen, dass die Beeinträchtigung für mindestens 12 Stunden besteht. Vereinzelt kann sie aber auch wesentlich länger andauern oder sogar erst später einsetzen.

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-060

F-ML-066 Faustregel: Der Alkoholabbau

- ☐ A) beträgt ca. 0.3 Promille / h.
- ☐ B) hängt davon ab, ob man zwischendurch schläft.
- ☐ C) beträgt ca. 0.1 Promille /h.

☐ D) hängt entscheidend davon ab, ob und was man gegessen hat.

Erklärung zu Frage F-ML-066
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-062

F-ML-067 Sie besitzen eine durchschnittliche Körperstatur; nach einer abendlichen Einladung gegen 23 Uhr haben Sie einen Alkoholspiegel von 1,5 Promille. Wann ist entsprechend den Regeln ihr Blutalkohol abgebaut?

☐ A) Nach 5 Stunden
☐ B) Nach 7,5 Stunden
☐ C) Nach 15 Stunden
☐ D) Nach 24 Stunden

Erklärung zu Frage F-ML-067
Die richtige Antwort ist Antwort C)

Da etwa 0,1 ‰ pro Stunde abgebaut werden, werden 1,5 ‰ in 15 Stunden abgebaut.

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-062

F-ML-068 Beim Konsum von alkoholischen Getränken ist Folgendes zutreffend:

☐ A) Alkohol wird nach dem Trinken schnell in die Blutbahn aufgenommen.
☐ B) Pro Stunde werden 0.4 Promille abgebaut.
☐ C) In der Fliegerei ist ein Blutalkoholspiegel bis zu 0.5 Promille erlaubt.
☐ D) Nach einem "Rausch" am Vorabend kann ohne Einschränkungen am nächsten Morgen geflogen werden.

Erklärung zu Frage F-ML-068
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-062

F-ML-069 Aufgrund einer Undichtigkeit am Auspuff atmet ein Pilot Kohlenmonoxid (CO) ein. Was ist die Folge?

☐ A) Kohlenmonoxid kann leicht durch seinen Geruch und Geschmack erkannt werden.
☐ B) Schon geringste Konzentrationen von Kohlenmonoxid (z.B. 0,1%) können zu völliger Handlungsunfähigkeit führen.
☐ C) Kohlenmonoxid kann einem Piloten nur dann schaden, wenn er diesem Gas lange ausgesetzt ist.
☐ D) Wenn der Körper für lange Zeit Kohlenmonoxid ausgesetzt ist, wird er sich anpassen. Es werden keine nachteiligen körperlichen Effekte auftreten.

Erklärung zu Frage F-ML-069
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-016

F-ML-071 Fliegerische Fähigkeiten werden durch eine dauerhafte Änderung des Verhaltens erreicht, und zwar durch

☐ A) Medikamenteneinflüsse.
☐ B) angeborene Verhaltensmuster.
☐ C) persönliche Reifeprozesse.
☐ D) Übung und Erfahrung.

Erklärung zu Frage F-ML-071
Die richtige Antwort ist Antwort D)

Erwerben von fliegerischen Fähigkeiten

Der Mensch ist nicht fürs Fliegen geboren. Daher besitzt er keine angeborenen Verhaltensmuster, die ihn zur Bedienung eines Flugzeuges befähigen würden. Ohne entsprechende Ausbildung wird er diese auch nicht während seines normalen persönlichen Reifeprozesses erlangen.

Fliegerische Fähigkeiten können nur durch entsprechende Ausbildung, Übung und den Aufbau von Erfahrung entwickelt und erhalten werden.

F-ML-072 Manche Piloten neigen z.B. während einer Flugvorführung dazu, ein unnötiges Risiko auf sich zu nehmen, wenn Sie

- ☐ A) Entscheidungen unabhängig von anderen treffen können.
- ☐ B) sich von anderen bewundert und beobachtet fühlen.
- ☐ C) genügend Zeit zur Problemlösung haben.
- ☐ D) über unbekanntes Gebiet fliegen.

Erklärung zu Frage F-ML-072
Die richtige Antwort ist Antwort B)

Wenn sie sich von anderen beobachtet oder bewundert fühlen, neigen manche Piloten zu Imponiergehabe. Dies ist eine der fünf gefährlichen Grundhaltungen, die Piloten dazu veranlassen können, ein unnötiges Risiko auf sich zunehmen.

Gefährliche Grundhaltungen - Hazardous Attitudes

Im Rahmen der Human Factors werden fünf verschiedene Denkmuster unterschieden, die für Piloten ein Sicherheitsrisiko darstellen. Diese so genannten *gefährlichen Grundhaltungen (Hazardous Attitudes)* können die fliegerischen Entscheidungsprozesse auf gefährliche Weise beeinflussen. Es sind dies:

Grundhaltung	engl. Bezeichnung	Erkennbar an der Einstellung	Gegenmittel durch Vermittlung der Einstellung
Impulsivität	IMPULSIVITY	„Schnell, schnell ...“	„nicht so schnell, erstmal überlegen“
Antiautoritär/Disziplinlosigkeit	ANTIAUTHORITY	„Erzähl mir nichts“ „Ich lass mir nichts vorschreiben“	„befolge die Vorschriften, in der Regel sind sie richtig“
Selbstüberschätzung/Imponiergehabe	MACHO	„Das pack’ ich schon“ „Ich zeig es Dir, ich kann das“	„Risiken eingehen ist dumm“ „Es ist dumm, Gefahren einzugehen“
Resignation	RESIGNATION	„Da kann man eh nichts machen“ "Egal was ich	„Ich bin der Situation nicht ausgeliefert, ich

		mache, nichts hilft mir!"	kann etwas tun“
Gefühl der Unverletzbarkeit	INVULNERABILITY	„Mir passiert so etwas nicht“	„Auch mir kann das passieren“

Jeder Pilot solle diese fünf Grundhaltungen kennen und in der Lage sein, diese bei anderen, aber insbesondere bei sich selbst zu erkennen und wissen, wie man diesen Einstellungen begegnen kann. Er sollte sich selbst gegenüber eingestehen, dass auch er für jede dieser Einstellungen mehr oder weniger anfällig ist!

F-ML-073 Wie stellt man sich auf die folgende "gefährliche Grundhaltung" ein?

"Ich lass mir nichts vorschreiben" / Disziplinlosigkeit / ANTIAUTHORITY

- ☐ A) Daran kann ich nichts ändern!
- ☐ B) Nicht so schnell. Erst mal überdenken!
- ☐ C) Folge den Vorschriften, sie sind in der Regel richtig!
- ☐ D) Es ist dumm, Gefahren einzugehen.

Erklärung zu Frage F-ML-073
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-072

F-ML-074 Mit welcher positiven Denkweise kann man folgender "gefährlichen Grundhaltung" begegnen?

RESIGNATION: "Egal, was ich mache, nichts hilft mir"

- ☐ A) Ich bin nicht hilflos, ich kann was ändern!
- ☐ B) Nicht so schnell. Erst mal überdenken!
- ☐ C) Ich halte mich an die Vorschriften und Regeln!
- ☐ D) Es ist dumm Gefahren einzugehen!

Erklärung zu Frage F-ML-074
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-072

F-ML-075 Nennen Sie die wesentlichen "gefährlichen Grundhaltungen" / HAZARDOUS ATTITUDES eines Piloten ?

- ☐ A) Disziplinlosigkeit; Gefühl der Unverletzbarkeit; Unüberlegtheit; RESIGNATION, Selbstüberschätzung/Imponiergehabe
- ☐ B) Fehlendes Selbstvertrauen; Mangel an Entscheidungsfreude; Fähigkeit, eine Situation richtig zu beurteilen/ SITUATIONAL AWARENESS
- ☐ C) Selbstüberschätzung/Imponiergehabe; RESIGNATION; Selbstvertrauen; Selbstkritik
- ☐ D) RESIGNATION; positives Selbstvertrauen; leichte Unaufmerksamkeit; unkorrektes Auftreten

Erklärung zu Frage F-ML-075
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-072

F-ML-076 Bei einer Notlandung weicht der Pilot ohne Nachdenken von dem vorgesehenen Landefeld ab. Dies entspricht welcher "gefährlichen Grundhaltung" / HAZARDOUS ATTITUDE?

- ☐ A) Disziplinlosigkeit /ANTIAUTHORITY
- ☐ B) Selbstüberschätzung, Imponiergehabe / MACHO

☐ C) Unüberlegtheit / IMPULSIVITY
☐ D) Unverletzbarkeit / INVULNERABILITY

Erklärung zu Frage F-ML-076
Die richtige Antwort ist Antwort C)

Wenn ein Pilot bei einer Notlandung spontan das bisher ins Auge gefasste Notlandefeld verwirft und sich zu einem anderen Landefeld entscheidet, ohne diese Entscheidung vorher überdacht zu haben, handelt er gemäß der gefährlichen Grundhaltung "Impulsivität".

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-072

F-ML-077 Wie stellt man sich als Pilot auf folgende "gefährliche Grundhaltung" ein?

Selbstüberschätzung/Imponiergehabe / MACHO: "Ich zeig es dir, ich kann das!"

☐ A) Daran kann ich nichts ändern!
☐ B) Nicht so schnell. Erst mal überdenken!
☐ C) Ich halte mich an die Vorschriften und Regeln!
☐ D) Es ist dumm, Gefahren einzugehen!

Erklärung zu Frage F-ML-077
Die richtige Antwort ist Antwort D)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-072

F-ML-078 Ein Pilot entscheidet sich ohne Höhenreserve über ein ausgedehntes Waldgebiet zu fliegen. Er begründet sein gefährliches Verhalten mit seinem außergewöhnlichen fliegerischen Können. Ordnen Sie dies der entsprechenden "Fehlhaltung" zu.

☐ A) RESIGNATION
☐ B) Disziplinlosigkeit / ANTIAUTHORITY
☐ C) Selbstüberschätzung /MACH
☐ D) Gefühl der Unverletzlichkeit /INVULNERABILITY

Erklärung zu Frage F-ML-078
Die richtige Antwort ist Antwort C)

Der Pilot, der in einer zu geringen Höhe ein Waldstück überfliegen will und dies mit seinen außergewöhnlichen fliegerischen Fähigkeiten begründet, handelt nach der gefährlichen Grundeinstellung der Selbstüberschätzung.

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-072

F-ML-079 Überzogener Ehrgeiz und der Wille, unbedingt etwas erzwingen zu wollen,

☐ A) fördert die Zusammenarbeit in der Gruppe (Teamwork).
☐ B) erhöht die Widerstandskraft gegen Stress.
☐ C) beeinträchtigt fliegerische Probleme angemessen zu bewältigen.
☐ D) verbessert die Bewältigung von persönlichem Versagen.

Erklärung zu Frage F-ML-079
Die richtige Antwort ist Antwort C)

Überzogener Ehrgeiz und der Wille, etwas unbedingt erzwingen zu wollen, ist eng gekoppelt mit der gefährlichen Grundhaltung Selbstüberschätzung. Diese beeinträchtigt fliegerische Entscheidungsprozesse negativ und kann dazu führen,

dass auftretende Probleme nicht angemessen bewältigt werden.

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-072

F-ML-081 Für die individuelle fliegerische Beanspruchung gilt:

- ☐ A) Sie lässt sich weder durch Arbeitsteilung noch durch das Setzen von Prioritäten beeinflussen.
- ☐ B) Sie beruht ausschließlich auf dem Wissenstand des Piloten.
- ☐ C) Sie hängt ab von der aktuellen Flugsituation, der Erfahrung / Übung des Piloten, den ergonomischen Bedingungen im Cockpit.
- ☐ D) Die Leistungsfähigkeit des Piloten steigt stetig mit weiter sinkender Arbeitsbelastung.

Erklärung zu Frage F-ML-081
Die richtige Antwort ist Antwort C)

Belastungsdimensionen bei fliegerischer Tätigkeit

Fliegerische Tätigkeit lässt sich in folgenden Belastungsdimensionen beschreiben:

- Kognitiv-mental: entscheiden müssen, Mehrfachtätigkeiten ausführen, in Zusammenhängen denken, Aufgaben präzise ausführen
- Energetisch: körperlich-physische Anforderungen, Monotonie ertragen, durchhalten müssen
- Emotional: unter unsicheren Bedingungen handeln, Verantwortung für andere Menschen empfinden
- Sozial: mit anderen Menschen umgehen

Inwieweit ein Pilot durch diese Belastungsdimensionen tatsächlich beansprucht wird, hängt von der aktuellen Flugsituation in Relation zur seiner Erfahrung bzw. seinem Übungsstand ab. Ein unerfahrener Pilot wird in einer bestimmten Flugsituation eine höhere Belastung empfinden als ein erfahrener Pilot in der gleichen Situation. Kommt die empfundene Belastung an die Grenze zur Überforderung, empfindet der Pilot ungesunden Stress (Distress).

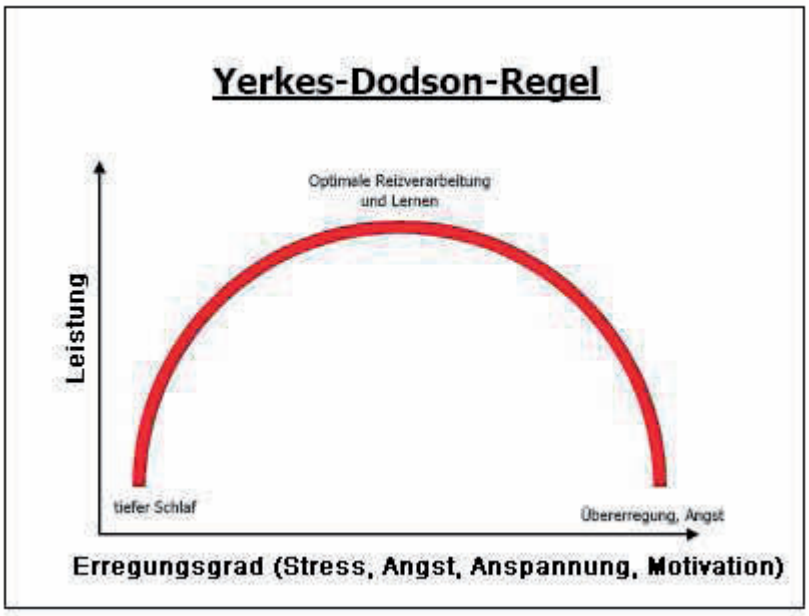
Weiteren Einfluss hat auch die Ergonomie im Cockpit. Sind die Bedienelemente gut zu erreichen und die Instrumente klar und einfach abzulesen, führt das zu geringerer Belastung als wenn sich der Pilot verrenken muss, um gewisse Bedienelemente (z.B. den Tankwahlschalter) zu erreichen oder aufgrund der Vielzahl der in einem Instrument dargestellten Informationen Mühe hat, die gerade gewünschte Information abzulesen.

F-ML-082 Das Verhältnis zwischen Erregungsgrad des Piloten und seiner fliegerischen Leistungsfähigkeit steht in einem bestimmten Verhältnis zueinander (umgekehrtes "U") . Daraus lässt sich ableiten, dass bei einer im normalen Maß gesteigerten Erregung im Flug

- ☐ A) die Aufmerksamkeit und Leistungsfähigkeit eingeschränkt ist.
- ☐ B) die Leistungsfähigkeit gesteigert ist.
- ☐ C) Fehlentscheidungen häufiger getroffen werden.
- ☐ D) Fehlverhalten häufiger vorkommt.

Erklärung zu Frage F-ML-082
Die richtige Antwort ist Antwort B)

Zusammenhang zwischen Erregungsgrad und Leistung



Die Hypothese des *umgekehrten U* von Yerkes/Dodson (1908) sagt aus, dass die Leistung mit wachsendem Erregungsgrad bis zu einem bestimmten Punkt zunimmt und ab diesem Punkt bei weiterer Steigerung des Erregungsgrades wieder abnimmt, sodass die Leistung im Bereich eines mittleren Erregungsgrades maximal ist. Die Kurve verläuft wie ein umgekehrtes U, beginnend mit Tiefschlaf, dann mit steigender Aktivierung ansteigend, abflachend und schließlich wieder abfallend bis hin zu einem Zustand der Panik.

Erregung steht dabei für verschiedene Ausdrucksformen von mentaler Belastung, wie Stress, Anspannung, Motivation, Arbeitsbelastung oder Angst.

Wie nutzt man diesen Zusammenhang? Es gibt grundsätzlich zwei Möglichkeiten, die Yerkes-Dodson-Kurve zu nutzen:

1. man kann den Verlauf der Kurve verändern, um den Wert der maximalen Leitung zu erhöhen oder
1. man bringt die Erregung in die Nähe des Wertes für maximale Leistung.

Die Yerkes-Dodson-Kurve verändern
Körperliche Fitness erhöht das Maximum. Von gut durchtrainierten Hochleistungssportlern heißt aber es oft, sie würden in körperlicher Ruhe hinter ihren geistigen Möglichkeiten zurückbleiben, bräuchten also ein Mindestmaß von körperlicher Aktivierung, um das geistige Optimum erzielen zu können. Die Kurve kann also sowohl nach oben als auch zur Seite verschoben werden. Durch optimale Ernährung, ausgeglichenen Flüssigkeitshaushalt, Bewegung, gute Sauerstoffkonzentration im Blut wird das Maximum erhöht. Auch die mentale Fitness beeinflusst Lage und Form der Kurve.

Die optimale Erregung finden
Optimale Leistung erreicht man, wenn man mit der richtigen Erregung arbeitet. Falls die Kurve eher flach verläuft, bringt das nur mäßigen Zugewinn. Ist die Kurve aber steil und spitz, kann die Leistungszunahme ganz beträchtlich ausfallen. Wie findet

man also den optimalen Punkt? Wie erkennt man, ob man ihn erreicht hat? Den optimalen Punkt zeichnet eine starke Stör-Unempfindlichkeit aus: "Man könnte eine Kanone neben mir abfeuern und ich würde immer noch weiterarbeiten ...". Der Mensch ist gleichzeitig am glücklichsten und am leistungsfähigsten eben an diesem Optimum. Er ist es dann, wenn er das tut, was er am liebsten tut und am besten kann. Diesen Zustand nennt man *Flow*.

Zwischen Stress und Langeweile
Rechts neben dem Optimum liegt der Bereich des ungesunden Stress oder Distress. Man fühlt sich gehetzt und überfordert. Kommt man in diesen Erregungsbereich, lässt die Leistungsfähigkeit schnell nach, es kommt zum mentalen Tunnelblick und zu Fehlern, weil wichtige Informationen nicht mehr wahrgenommen werden. Abhilfe bringt, wenn man sich in einer solchen Situation alle verfügbaren Hilfsmittel, wie z.B. Checklisten oder die Unterstützung anderer im Cockpit oder über Funk zu Hilfe nimmt. Auch das Einschalten des Autopiloten kann als Mittel zur Reduzierung der Erregung in Frage kommen.

Ein Abfall auf die linke Seite, zur Langeweile, ist aber auch nicht viel besser. Die Aufmerksamkeit ist eingeschränkt und damit macht man ebenso Fehler wie bei Überaktivierung.

F-ML-083 Wenn die Arbeitsbelastung ansteigt, wird die Leistungsfähigkeit

- ☐ A) weiter ansteigen.
- ☐ B) weiter abfallen.
- ☐ C) zunächst ansteigen, dann abfallen.
- ☐ D) sich nicht verändern.

Erklärung zu Frage F-ML-083
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-082

F-ML-084 Die unkritische Nutzung moderner automatischer Technik (z.B. GPS / Autopilot) entwickelt sich gelegentlich zu einem Flugsicherheitsproblem/Risiko. Wie sollte man sich als Pilot darauf einstellen?

- ☐ A) Hohe Automatisierung ist systembedingt; dem hat sich der Pilot unterzuordnen.
- ☐ B) Während des Fluges bei niedriger Arbeitsbelastung versuchen, technisches Wissen zu verbessern.
- ☐ C) Der Pilot soll den Flug möglichst ohne Nutzung von technischen Hilfsmitteln durchführen und permanent im Systemkreislauf (Loop) integriert bleiben.
- ☐ D) Automaten können fehlerhaft arbeiten. Sie müssen stets kritisch überwacht werden.

Erklärung zu Frage F-ML-084
Die richtige Antwort ist Antwort D)

Einsatz automatisierter Technik

Der Einsatz moderner technischer Hilfsmittel entlastet den Piloten und trägt somit dazu bei, Stresssituationen zu vermeiden, infolge derer es zu Fehlentscheidungen kommen kann. Allerdings darf der Pilot solchen Hilfsmitteln nicht blind vertrauen. Automaten können fehlerhaft arbeiten. Sie müssen stets kritisch überwacht werden. Der Pilot muss daher in der Lage sein, zu erkennen, wann solche Systeme fehlerhaft arbeiten und muss dann auch ohne diese Systeme das Flugzeug richtig steuern und navigieren können.

Automatisierung im Cockpit bringt auch Gefahren mit sich:

- Ständiges und daher monotones Überwachen automatisierter Abläufe ermüdet und senkt so die Leistungsfähigkeit.
- Per Pilot läuft Gefahr, bestimme Grundfertigkeiten zu verlernen, wenn er sie stets durch Automaten erledigen lässt.
- Automaten fallen unerwartet und überraschend aus, meist ohne dass sich der Ausfall vorher angekündigt hätte. Der Pilot muss dann in der Lage sein, einen häufig recht komplexen Regelmechanismus ohne Vorbereitung zu übernehmen. Dabei kann er an seine Grenzen stoßen und sich überfordert fühlen.

Ein gutes Beispiel ist ein Autopilot. Er kann auf Überlandflügen eine große Hilfe sein, weil man nach Umschalten auf den Autopiloten besser mit Karten und sonstigen Navigationshilfsmitteln hantieren kann. Setzt man den Autopiloten aber ein, um bei schlechter Sicht oder innerhalb einer Wolkenschicht die Horizontlage zu halten, muss man damit rechnen (abgesehen davon, dass man gegen die Sichtfugregeln verstößt und sich bereits deshalb in große Gefahr gebracht hat), dass der Autopilot ausgerechnet dann ausfällt, wenn es recht turbulent wird. Ist man dann nicht in der Lage, die Fluglage selbst anhand der Kreiselinstrumente zu steuern, kommt es unweigerlich zu einem schweren Unfall.

F-ML-085 Während des Fluges ist ein Problem zu lösen. Was ist eine richtige Vorgehensweise?

- ☐ A) Stabil geradeaus fliegen und dann das Problem lösen
- ☐ B) Das aufgekommene Problem im schnellen Sinkflug lösen
- ☐ C) Einen Funkspruch absetzen und sich gleichzeitig eine Funkfrequenz einprägen
- ☐ D) Das Flughandbuch aufmerksam studieren und auf den Funk achten

Erklärung zu Frage F-ML-085
Die richtige Antwort ist Antwort A)

Verhalten bei Problemen während eines Fluges

Beim Auftreten eines Problems während eines Fluges gilt:

- Überlasten Sie sich nicht! Versuchen Sie nicht, alles auf einmal in den Griff zu bekommen!
- Kümmern Sie sich zunächst darum einen sicheren Flugzustand (horizontaler Geradeausflug oder bei einer Ballonfahrt konstante Höhe über Grund) einzunehmen. Nur dieser gewährt die nötige Zeit zur Problemlösung!
- Versuchen Sie dann, nach dem FORDEC-Modell zwischen verschiedenen Möglichkeiten zur Problemlösung zu entscheiden!

Das FORDEC-Modell

Gerade in kritischen Situationen ist es erforderlich, sich vor übereilten und damit möglicherweise falschen Entscheidungen zu schützen. Daher hat man unter dem Namen *FORDEC* ein Verfahren entwickelt, das diesen Entscheidungsprozess unterstützen kann. Das systematisch Vorgehen führt nicht nur zu besseren

Entscheidungen, es reduziert auch das Stressniveau in einer kritischen Situation. FORDEC wird in der folgenden Tabelle am Beispiel eines Piloten erläutert, der seine Orientierung verloren hat:

Abkürzung	Englisch	Deutsch	Beispiel
F	Facts	Fakten	1. die Position ist unbekannt 2. das Flugzeug hat keine technischen Störungen 3. der Treibstoff reicht noch für 2 Stunden 4. es muss nicht mit Wetterverschlechterung gerechnet werden 5. in der Nähe der geplanten Flugstrecke liegen einige Lufträume, in die nicht ohne Genehmigung eingeflogen werden darf
O	Options	Optionen	1. möglichst schnell eine Außenlandung machen 2. versuchen, die Position anhand von Funknavigationsanlagen und Karte zu bestimmen und Flug dann fortsetzen 3. Flugsicherung über Funk kontaktieren und um Navigationsunterstützung bitten 4. in die bisherige Richtung weiterfliegen und hoffen, eine Auffanglinie zu finden, anhand der die Orientierung wiedererlangt werden kann
R	Risks/Benefits	Risikoabwägung	1. Außenlandungen sind immer mit einem verhältnismäßig hohem Risiko verbunden und der Wiederstart kann recht schwierig werden. Sie hätte aber den Vorteil, dass man nach der Landung nicht mehr versehentlich in einen verbotenen Luftraum einfliegen kann. 2. Die Positionsbestimmung mit Hilfe von Navigationsanlagen und Karte hat bisher nicht funktioniert - warum sollte ein weiterer Versuch Erfolg haben? Wenn sie aber gelänge, würde niemand bemerken, dass man die Orientierung verloren hatte. 3. Wenn man die Flugsicherung kontaktiert, bekommt man vielleicht zunächst Ärger, weil man sich eventuell schon in einem verbotenen Luftraum befindet. Und wer weis, wer das alles mithört und sich

			anschließend darüber mokiert! Allerdings kann die Flugsicherung die Position auf dem Radarschirm erkennen und Navigationsunterstützung bis zum Zielflughafen geben. 4. Wenn man beim Weiterfliegen in die gleiche Richtung die Orientierung wiedererlangen sollte, wäre wieder alles in Ordnung. Niemand würde merken, dass man die Orientierung verloren hätte. Nachteilhaft ist aber, dass nicht klar ist, ob man die Orientierung so wiedererlangt und dass man Gefahr läuft, in die verbotenen Lufträume einzufliegen.
D	Decision	Entscheidung	Das Kontaktieren der Flugsicherung scheint die Lösung mit dem geringsten Risiko zu sein. Wenn man bereits in einen verbotenen Luftraum eingeflogen sein sollte, hat das die Flugsicherung ohnehin bemerkt, sie könnte aber helfen, weitere solche Fehler zu vermeiden und den Zielflugplatz sicher zu erreichen. Alle anderen Optionen haben wesentlich größere Nachteile.
E	Execution	Ausführung	Zur Ausführung kontaktiert man selbst die Flugsicherung oder beauftragt den Copiloten damit.
C	Check	Überprüfung	Vor Kontaktieren der Flugsicherung wird nochmals ein Check durchgeführt: 1. Wurden alle Informationen herangezogen und alle Optionen bedacht? 2. Erscheint die gewählte Option auch nach nochmaligem Überdenken als sinnvoll? 3. Haben sich die Fakten inzwischen verändert? (Man könnte z.B. ein markantes Geländemerkmal erkannt und somit die Orientierung zurückerlangt haben!) Falls Zweifel an der Richtigkeit der Entscheidung aufkommen, beginnt man erneut beim Punkt *Fakten*.

Auch der Einsatz des FORDEC-Modells schützt nicht zu 100% davor, Fehler zu machen. Dennoch ist es ein Hilfsmittel, eine Entscheidung unter Zuhilfenahme aller verfügbaren Informationen unter Abwägung der Vor- und Nachteile der Handlungsoptionen zu treffen. Durch das kritische Hinterfragen der Entscheidung schützt diese Methode davor, sich auf einen zu schnell gewählten falschen Weg zu begeben.

F-ML-087 Strukturiertes Vorgehen hilft eine Kette fehlerhafter Entscheidungen zu durchbrechen.

- ☐ A) Das ist richtig.
- ☐ B) Strukturiertes Vorgehen dauert zu lange.
- ☐ C) Das ist falsch.
- ☐ D) So etwas spielt keine Rolle.

Erklärung zu Frage F-ML-087
Die richtige Antwort ist Antwort A)

Vermeidung von Fehlern

Jeder Unfall ist das Resultat einer Kette von Fehlern und Versäumnissen, wobei meist jeder der einzelnen Fehler allein nicht zum Unfall geführt hätte. Daher wären viele Unfälle vermeidbar gewesen, wenn bereits ein Fehler der Fehlerkette unterblieben wäre!

Alle Menschen machen Fehler - so auch Piloten, und sogar sehr guten Piloten unterlaufen Fehler. Die Zuverlässigkeit des Systems "Mensch" liegt weit unter der Zuverlässigkeit vieler technischer Systeme. Damit Pilotenfehler nicht irgendwann zu Unfällen führen, kommt es darauf an,

- durch qualifizierte Analyse von Fehlern diese erkennen und vermeiden zu lernen und
- durch strukturierte Vorgehensweise die Wahrscheinlichkeit für Fehler zu reduzieren.
- durch regelmäßige Flugsicherheitsbriefings das Wissen der Piloten zu aktualisieren.

Fehleranalyse

Zur Analyse eines Fehlers muss man den Fehler bemerkt haben oder von jemanden anderes auf den Fehler hingewiesen worden sein. Daher ist es empfehlenswert, sich offen Feedback einzuholen und Fehler offen zu besprechen. Man muss offen dafür sein, den eigenen Fehler sich selbst gegenüber einzugestehen und ihn mit anderen zu besprechen, um wirklich aus dem Fehler lernen zu können. Es ist daher falsch, eigene Fehler wenn irgend möglich zu vertuschen, obwohl dies viele Piloten aus der Sorge heraus tun, sich vor anderen zu blamieren oder für den Fehler bestraft zu werden. Dadurch nehmen sie nicht nur sich selbst die Chance, aus dem Fehler zu lernen sondern vermitteln ihre Erfahrung auch nicht an andere Piloten.

Bei der Analyse von Fehlern werden oft falsche Angewohnheiten aufgedeckt. Aus den Analyseergebnissen können Gegenmaßnahmen hergeleitet werden, die andere Piloten davor schützen, die Fehler zu wiederholen.

Strukturierte Vorgehensweisen

Beispiele für strukturierte Vorgehensweisen sind z.B.:

- Einsatz von Standardverfahren (Checklisten),
- Nutzung des FORDEC-Modells zur Vermeidung von Fehlern bei

Entscheidungen,
- Scanning-Methode zur Luftraum- und Instrumentenbeobachtung,
- Einsatz vom Methoden zum Cockpit-Management wie Crue Coordination Concept (CCC) und Crew Resource Management (CRM).

Sie helfen, Versäumnisse zu vermeiden, zu besseren Entscheidungen zu kommen und das Stressniveau gerade in kritischen Situationen zu reduzieren.

Flugsicherheitsbriefings

In Flugvereinen oder Flugschulen sollten regelmäßige Flugsicherheitsbriefings durchgeführt werden, in denen die aktiven Piloten über alle sicherheitsrelevanten Vorkommisse und die Ergebnisse der Fehleranalyen informiert werden. Dies kann wesentlich dazu beitragen, solche Fehler künftig zu vermeiden. Die Teilnahme der aktiven Piloten an solchen Veranstaltungen sollte obligatorisch sein. In vielen Vereinen werden Flugsicherheitsbriefings zu Beginn einer Flugsaison durchgeführt. Nur Piloten, die daran teilgenommen haben, sind berechtigt, in der kommenden Flugsaison Vereinsflugzeuge zu nutzen.

Alle Beschlüsse eines Vereins oder einer Flugschule, die den Flugbetrieb betreffen, sollten umgehend allen Piloten bekannt gemacht werden.

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-085

F-ML-088 Schlechte Entscheidungen können während eines Fluges bis zum Flugunfall eskalieren. Wie kann dieser Prozess gestoppt werden?

- ☐ A) Nach der Landung andere um "Feedback" bitten.
- ☐ B) Nach der Landung selbst Rückschau halten und über die Situation reden.
- ☐ C) Stress Level reduzieren und rational sicherheitsbewusst entscheiden.
- ☐ D) Emotional entscheiden.

Erklärung zu Frage F-ML-088
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-085

F-ML-089 Eine sinnvolle Vorgehensweise zum Erkennen von Fehlerketten ist?

- ☐ A) Spontane Überlegungen helfen, Fehlentscheidungen zu korrigieren.
- ☐ B) Stresslevel reduzieren und Problemlösungen systematisch anstreben
- ☐ C) Schlechte Entscheidungen treten in der Regel nie gehäuft auf.
- ☐ D) Solch eine Vorgehensweise ist unmöglich.

Erklärung zu Frage F-ML-089
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-087

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-085

F-ML-090 Gute Kommunikation mit allen am Flugbetrieb beteiligten Personen

- ☐ A) ist bedeutungslos für das Verhindern von Unfällen.
- ☐ B) sorgt nur bedingt für gute Stimmung am Flugplatz.
- ☐ C) kann helfen, Unfälle zu verhindern.
- ☐ D) ist bei Privatpiloten üblich.

Erklärung zu Frage F-ML-090
Die richtige Antwort ist Antwort C)

Kommunikation

Unter *Kommunikation* versteht man das Übermitteln einer Nachricht von einem Sender zum einem Empfänger. Bei verbaler Kommunikation handelt es sich bei der Nachricht um gesprochene Worte, und Sender und Empfänger sind Personen. Die gesprochenen Worte gelangen entweder direkt oder per Telefon, Funk u.s.w. an das Ohr des Empfängers. Häufig wird bei der verbalen Kommunikation übersehen, dass der Empfänger die Nachricht des Senders dekodieren, d.h. sie in eine für ihn verständliche Form übersetzen muss. Das kann im wahrsten Sinne des Wortes die Übersetzung einer Fremdsprache sein, aber dazu gehört auch, dass der Empfänger Störungen, die die Nachricht unterwegs verfälscht haben könnten, erkennt und korrigiert und dass er den Inhalt der Nachricht in seine Begriffwelt oder seine Ausdrucksweise übersetzt. Der Sender kann daher nicht unterstellen, seine Nachricht sei empfangen und verstanden worden, solange er nicht Feedback des Empfängers erhalten hat. Deshalb werden z.B. im Funksprechverkehr alle wichtigen Bestandteile eines Funkspruches wiederholt, d.h. vom Empfänger zum Sender zurückgeschickt, nachdem man ihn empfangen hat.

Gerade im Funksprechverkehr werden für die Sicherheit eines Flugs sehr wichtige Nachrichten ausgetauscht. Daher erhöht gute Kommunikation die Sicherheit, wogegen schlechte Kommunikation zu Missverständnissen mit verheerenden Folgen führen kann. Ursachen für schlechte Kommunikation sind keinesfalls nur Übertragungsfehler oder Störungen des Funkempfangs, sondern sie liegen vor allem im schlechten Zuhören oder im falschen Verständnis einer richtig gehörten Nachricht.

Gute Kommunikation ist aber nicht nur im Sprechfunkverkehr nötig. Auch die Kommunikation zwischen Pilot und Copilot oder anderen Besatzungsmitgliedern muss eindeutig und klar sein. Missverständnisse können auch hier fatale Auswirkungen haben. Sogar die Kommunikation zu den Fluggästen trägt zur Sicherheit bei, wenn durch sie ein gutes Kommunikationsklima an Bord empfunden wird. Ein schlechtes Kommunikationsklima würde zu mentaler Belastung führen und damit die Leistungsfähigkeit des Piloten reduzieren.

Eine Technik, die wesentlich zur guter Kommunikation beträgt, ist *aktives Zuhören*. Es ist ein Unterschied, ob man das Zuhören lediglich pro forma betreibt, also schweigend darauf wartet, dass man selbst an der Reihe ist zu reden oder ob man sich wirklich mit dem, was der andere sagt, auseinandersetzt. Beim aktiven Zuhören nutzt man die Zeit, während der andere spricht, dazu, sich darüber klar zu werden, was der andere sagen will und greift dies in der eigenen Antwort auf. Im Unterschied dazu nutzt man beim pro forma - Zuhören die Zeit, während der andere spricht, dazu, sich zu überlegen, was man selbst sagen will, wenn der andere endlich fertig ist. Daher versteht man den anderen nicht wirklich und kann auf seine Aussagen kaum eingehen.

Insbesondere in zwischenmenschlichen Konfliktsituationen trägt aktives Zuhören aller Beteiligten und gegenseitiges Eingehen auf die Argumente der Gegenseite wesentlich zur Konfliktlösung bei.

F-ML-091 Der aktuelle Trainingsstand und die gemachte Flugerfahrung eines Piloten

- ☐ A) haben keinen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit, Fehler zu machen.
- ☐ B) schützen nicht davor, dass Pilotenfehler passieren.
- ☐ C) erhöhen die Wahrscheinlichkeit, Fehler zu machen.
- ☐ D) erhöhen die Gefahr von Pilotenfehlern bei Wettbewerbspiloten.

Erklärung zu Frage F-ML-091
Die richtige Antwort ist Antwort B)

Erfahrung und mentales Training

Man kann sich das Gehirn wie einen Computer vorstellen, der über verschiedene Arten von Speicher verfügt. Alle Sinneseindrücke werden vom Gehirn zunächst in einen Kurzeitspeicher gestellt, auf den es zwar schnell zugreifen kann, dessen Kapazität aber begrenzt ist. Erfahrungen sind im Langzeitspeicher abgelegt. Die neuen Information werden in einem recht aufwendigen "Rechenvorgang" mit den Informationen im Langzeitspeicher verglichen - entspricht die aktuelle Sinneswahrnehmung bereits bekannten Situation, also einer Erfahrung, ist dieser Rechenvorgang mit dem Erkennen der Situation recht schnell beendet, da bereits bekannt ist, wie auf die Situation zu reagieren ist und das Gehirn kann seine "Rechnerkapazität" für neue Aufgaben einsetzen.

Je öfter eine bestimmte Situation geübt wurde, desto schneller erkennt das Gehirn, ob diese Situation wieder vorliegt und desto schneller leitet es Reaktionen darauf ein, die dann sozusagen fast automatisch ablaufen. Üben entlastet das Gehirn, dessen Kapazität für weniger geübte Situationen besser genutzt werden kann. Wenn Notsituationen, die beim Fliegen oder Ballonfahren vorkommen können (wie z.B. eine Notlandung nach einem Motorausfall), intensiv geübt wurden, kann man schneller reagieren, notwendige Standardabläufe können ohne langes Überlegen eingeleitet werden und man hat daher insgesamt mehr Zeit, sich um die Besonderheiten der momentanen Situation zu kümmern und kann so die Wahrscheinlichkeit verringern, Fehler zu machen.

Mit dem Zugriff auf Bekanntes ist aber auch die Gefahr verbunden, dass eine bestimmte Situation vorschnell mit einer bekannten früheren Situation gleichgesetzt wird. Daher muss permanent weiter überprüft werden, ob die die aktuellen Wahrnehmungen noch der angenommenen Situation entsprechen.

Der aktuelle Trainingsstand eines Piloten und seine Flugerfahrung helfen also, in bestimmten Situationen mit weniger Stressempfinden agieren zu können und Fehler zu vermeiden. Aber auch dem sehr erfahrenen Piloten können dennoch Fehler unterlaufen, insbesondere wenn er zu unkritisch auf seinen Erfahrungsschatz zurückgreift.

Erfahrung entsteht nicht nur durch aktives Training. Auch das wiederholte gedankliche Durchspielen von kritischen Situationen oder Standardabläufen beim Fliegen reichert das Langzeitgedächtnis an und führt daher in realen Situationen zur schnelleren Erkenntnissen und damit geringerer Belastung. Dies nennt man *mentales Training* oder *chair flying*. Es kann für Flugschüler sowie für Piloten auf allen Ebenen der fliegerischen Erfahrung zur Unterstützung aktiven Trainings eingesetzt werden.

F-ML-093 Sie fliegen mit einem erfahrenen Piloten. Sie glauben zu erkennen, dass dieser eine falsche fliegerische Entscheidung getroffen hat. Sie sollten

- ☐ A) sich nicht einmischen, um unnötige Zweifel zu vermeiden.
- ☐ B) die Entscheidung nur dann hinterfragen, wenn dazu Zeit ist.
- ☐ C) unverzüglich dem Piloten gegenüber eigene Zweifel ansprechen.
- ☐ D) sofort die Steuerung übernehmen.

Erklärung zu Frage F-ML-093
Die richtige Antwort ist Antwort C)

Cockpit-Management

Die koordinierte Zusammenarbeit der Besatzung und das Ausnutzen aller an Bord befindlichen Fähigkeiten und Möglichkeiten trägt wesentlich dazu bei, Fehler zu vermeiden oder zu korrigieren. In der gewerblichen Fliegerei hat man dazu zwei Modelle entwickelt, das *Crew Coordination Concept (CCC)* und das *Crew Resource Management (CRM)*. Aber auch in einem einmotorigen Sportflugzeug ist Cockpit-Management sehr wichtig. Die Crew besteht in diesem Fall aus allen an Bord befindlichen Personen, also aus Fluggästen und eventuell anderen ausgebildeten Piloten. Der verantwortliche Pilot muss vor dem Flug klare Richtlinien für das Verhalten an Bord festlegen und während des Fluges darauf achten, dass diese Richtlinien eingehalten werden. Dazu gehören recht einfache Dinge wie der Hinweis an den auf dem rechten Vordersitz sitzenden Fluggast, er möge bitte das Steuerhorn und die Pedale während des Starts nicht berühren oder der Hinweis an die Passagiere, sich anzuschnallen, aber z.B. auch die Absprache zwischen dem Segelflugzeugführer und dem Piloten des Motorflugzeuges bei einem F-Schlepp.

Beim CRM geht es um die Ausnutzung der Fähigkeiten der Besatzung. In einem Sportflugzeug können z.B. alle Insassen zur Luftraumbeobachtung beitragen - der Pilot sollte sie dazu ermutigen. Ein zweiter Pilot an Bord kann z.B. den Sprechfunkverkehr übernehmen und den Piloten dadurch entlasten. Er kann aber auch dazu beitragen, Fehler des Piloten zu erkennen und diesen dann darauf aufmerksam zu machen. Der verantwortliche Pilot sollte dies vor dem Flug mit ihm absprechen.

Wichtig ist, dass sich jede Person an Bord darum bemüht, offen und ehrlich mit den anderen Personen zu kommunizieren, ohne dabei zu diskriminieren. Es ist unerheblich, wer mehr Erfahrung hat - Fehler unterlaufen auch sehr erfahrenen Piloten! Vermeintliche Fehler eines anderen, insbesondere des Piloten, müssen sofort und schonungslos angesprochen werden können, ohne dass der andere dies als unzulässige Einmischung auffasst oder das Kommunikationsklima an Bord dadurch gestört würde. Dazu kann derjenige beitragen, der den Fehler erkannt hat, indem er diesen sachlich und ohne Überheblichkeit adressiert, aber auch der Pilot, indem er sich z.B. für den Hinweis bedankt und ihn dann umsetzt oder aber erläutert, warum er anderer Meinung ist.

F-ML-094 Der Pilot erkennt, dass eine fliegerisch getroffene Entscheidung nicht zum beabsichtigten Ergebnis führt.

- ☐ A) Er gibt auf, nach weiteren Problemlösungen zu suchen.
- ☐ B) So etwas kommt sehr selten vor.
- ☐ C) Er sucht unverzüglich nach einer weiteren Lösung.
- ☐ D) Dies spielt keine Rolle.

Erklärung zu Frage F-ML-094
Die richtige Antwort ist Antwort C)

Fliegerische Entscheidungen beruhen immer auf den Erkenntnissen (Fakten), die zum Zeitpunkt der Entscheidung zugänglich waren. Sobald man erkennt, dass die Entscheidung nicht die gewünschte Wirkung hat, sucht man erneut nach Lösungsalternativen. Dabei ist es hilfreich, wenn man nach dem FORDEC-Modell vorgeht und zunächst wieder die Fakten sammelt.

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-085

F-ML-095 Eine Sitzposition, in welcher der Pilot niedriger sitzt, als die Konstruktion des Cockpit es vorschreibt,

- ☐ A) hat keinen Einfluss auf die Sicht während des Anfluges.
- ☐ B) verbessert die bewusste Wahrnehmung von Geräuschen im Cockpit.
- ☐ C) verringert die Sicht nach vorn und die Schrägsicht nach unten beim Anflug.
- ☐ D) ermöglicht dem Piloten, dass beim Endanflug das Landekreuz besser im Blickfeld zu behalten ist.

Erklärung zu Frage F-ML-095
Die richtige Antwort ist Antwort C)

Ergonomie im Cockpit

Die Anordnung der Bedienelemente, aber auch das generelle Design des Cockpits haben wesentlichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Piloten. Wenn die Hauptinstrumente klar erkennbar, blendfrei und ohne große Kopfbewegungen ablesbar sind, die wichtigsten Hebel und Schalter bequem erreichbar sind, entsteht wesentlich weniger Stress bei der Bedienung des Luftfahrzeuges als wenn dies nicht der Fall ist. Daher trägt gute Ergonomie im Cockpit zur Vermeidung von Pilotenfehlern bei.

Sehr wichtig ist die Sitzposition des Piloten. Er muss seinen Sitz so einstellen können, dass er die Bedienelemente bequem erreicht und eine gute Sicht nach Außen hat. Der Pilot sollte in keinem Fall niedriger sitzen, als die Konstruktion des Luftfahrzeuges dies vorsieht. Ansonsten kann er möglicherweise nicht alle Bedienelemente erreichen. In jedem Fall wird aber die Außensicht verschlechtert, weil der Pilot durch die geänderte Perspektive schlechtere Sicht nach vorn sowie geringere Schrägsicht während eines Anfluges hat. Er ginge mit einer solchen Sitzposition also ein unnötiges Sicherheitsrisiko ein.

F-ML-096 Ungewohnte Flugmanöver können bei Piloten Stress hervorrufen. Dies äußert sich wie folgt:

- ☐ A) Nervosität, Unwohlsein, Nachlassen der Konzentration.
- ☐ B) Luftkrankheit, ungenügender Schlaf.
- ☐ C) Zigaretten rauchen und vermehrtem Alkoholkonsum.
- ☐ D) koordinierte Reaktionen beim Steuern.

Erklärung zu Frage F-ML-096
Die richtige Antwort ist Antwort A)

Stress und Stressmanagement

Man unterscheidet zwischen *positivem oder gesundem Stress*, dem *Eustress* und *negativem oder ungesundem Stress*, dem *Distress*. Nach der Hypothese des *umgekehrten U* von Yerkes/Dodson liegt der Belastungsgrad bei positivem Stress im Bereich der Kurve, in dem durch Erhöhung der Belastung die Leistungsfähigkeit weiter erhöht wird. Gesunder Stress spornt also einen Piloten zu höherer Leistung an. Ungesunder Stress liegt dagegen in dem Teil der Kurve, in dem weitere Steigerung der Belastung zu Leistungsverringerung führt. Er wird als Überforderung empfunden. Ein Pilot hat das Gefühl, der Situation nicht gewachsen zu sein und macht dann entsprechende Fehler. Ob eine bestimme fliegerische Situation als positiver oder als negativer Stress empfunden wird, hängt vom Trainingsstand und der Erfahrung des Piloten ab. Eine Situation kann von einem geübten Piloten als gesunder Stress empfunden werden, während sich ein ungeübter Pilot in der gleichen Situation überfordert vorkommt und daher ungesunden Stress erfährt.

Leidet der Körper unter ungesundem Stress, wird das vegetative Nervensystem alarmiert (der Nervus Sympathikus schlägt an), und es kommt zu körperlichen und mentalen Reaktionen:

- Blutdruck und Körpertemperatur fallen in der ersten Phase ab,
- später steigt der Blutdruck wieder an und
- es kommt zu Schweißausbrüchen, hohem Pulsschlag und schneller Atmung.
- Die Fähigkeit zur motorischen Koordination verschiedener Bewegungen ist eingeschränkt.
- Man wird nervös und empfindet eine Situation als starke psychische Belastung.
- Die Stimme wird aufgeregt, die Sprache kling überhastet.
- Die Aufmerksamkeit ist eingeschränkt. Es kommt zum *mentalen Tunnelblick*. Die Aufmerksamkeit ist dadurch kanalisiert - man bekommt nicht mehr alles mit und nimmt kaum noch zusätzliche Informationen auf.
- Die Konzentrationsfähigkeit sinkt.
- Das Denken ist teilweise blockiert.
- Das Erinnerungsvermögen an Einzelheiten in der Situation ist beeinträchtigt.
- Reaktionen werden hektisch oder frustriert und wütend. Das Verhalten ist kaum noch umsichtig.
- Bei länger anhaltender Stresssituation kommt es zu Rückzugsreaktionen - man zieht sich in sein Schneckenhaus zurück und wartet den Zusammenbruch der Außenwelt ab.

Es ist offensichtlich, dass es sehr kritisch werden kann, wenn ein Pilot in ungesunden Stress gerät. Daher sollte dieser wenn irgend möglich vermieden werden. Dabei helfen:

- gute Vorbereitung auf kritische Situation durch Ausbildung und Übung sowie mentales Training,
- physische und mentale Gesundheit, Fitness und Ausgeruhtsein (I'M SAVE),
- während eines Fluges ein optimaler Erregungszustand - weder gelangweilt noch überfordert,
- optimale Bedingungen im Umfeld (Cockpit) mit geringer Lärmbelästigung (Headset tragen), guter Durchlüftung, richtiger Innentemperatur, aber auch das Tragen einer Sonnenbrille,
- Konzentration auf das Fliegen - Probleme anderer Art werden zu Hause

gelassen! Falls man befürchtet, dass das nicht gelingt, sollte man einen Flug nicht antreten!

- Reduzierung der Komplexität und Belastung durch systematisches Abarbeiten von Standardvorgängen nach Checklisten.
- Konzentration auf die dringlichsten Aufgaben und Abarbeiten der anstehenden Aufgaben nacheinander unter Nutzung aller verfügbaren Hilfsmittel.

Alkohol oder Medikamente als Mittel gegen Stress sind in keinem Fall akzeptabel!

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-082

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-060

F-ML-097 Stress, Besorgnis und Unruhe während des Fluges beeinflusst folgende Eigenschaften:

1. Aufmerksamkeit
2. Konzentration
3. Erinnerungsvermögen
4. umsichtiges Verhalten

- ☐ A) 1 und 2 sind richtig
- ☐ B) 1, 2, 3 und 4 sind richtig.
- ☐ C) 1 und 3 sind richtig.
- ☐ D) 2, 3 und 4 sind richtig.

Erklärung zu Frage F-ML-097
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-096

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-082

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-060

F-ML-098 Welche Stress-Symptome können sich bei einem überbeanspruchten Piloten zeigen?

- ☐ A)
  - Denkblockaden, Konfusion und kanalisierte Aufmerksamkeit
  - Resignation, Frustration und Wut
  - Herabsetzung der motorischen Koordination
  - Hochgefühl
- ☐ B)
  - Denkblockaden, Konfusion und kanalisierte Aufmerksamkeit
  - Resignation, Frustration und Wut
  - Herabsetzung der motorischen Koordination
  - Aufgeregte Stimme und überhastetes Sprechen
- ☐ C)
  - Übersteigerter Ehrgeiz; Resignation, Frustration und Wut
  - Herabsetzung der motorischen Koordination
  - Leise Stimme und langsames Sprechen
- ☐ D)
  - Hochgefühl, übersteigerter Ehrgeiz
  - Resignation, Frustration und Wut

Erklärung zu Frage F-ML-098
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-096

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-082

---

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-060

F-ML-099 Zunehmende Stressbelastung während des Fluges hat Auswirkungen auf die Fähigkeit Informationen zu verarbeiten. Deshalb

- ☐ A) sollte man sich um Ablenkung bemühen.
- ☐ B) steigt die Aufnahmebereitschaft für Zusatzinformationen.
- ☐ C) wird man eher keine neuen Informationen aufnehmen können.
- ☐ D) kommt es zur vollständigen Denkblockade.

Erklärung zu Frage F-ML-099
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-096

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-082

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-060

F-ML-100 Welche primär auf den Körper wirkende Stressoren können sich nachteilig auf die fliegerische Leistungsfähigkeit auswirken?

- ☐ A) Lärm, extreme Temperaturen, hohe Luftfeuchtigkeit, Schlafentzug
- ☐ B) Lärm, Hunger, seelische Konflikte, ein Sterbefall
- ☐ C) Hitze, Feuchtigkeit, Müdigkeit, Probleme im Beruf
- ☐ D) Ungewöhnliche Temperaturen, Hunger, Durst, Scheidung

Erklärung zu Frage F-ML-100
Die richtige Antwort ist Antwort A)

Es ist nach den stressauslösenden Faktoren (Stressoren) gefragt, die primär auf den *Körper* und nicht auf die Psyche einwirken. Daher sind alle Antworten falsch, die psychische Stressoren enthalten.

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-096

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-082

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-060

F-ML-101 Die Benutzung von Checklisten

- ☐ A) erhöht die Flugsicherheit, weil Vorgänge systematisch abgearbeitet werden.
- ☐ B) verstärkt den Stress verstärkt und erhöht den Zeitdruck.
- ☐ C) vermehrt die Arbeitsbelastung.
- ☐ D) frustriert den Piloten, da er zusätzliche Überlegungen anstellen muss.

Erklärung zu Frage F-ML-101
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-096

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-082

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-060

F-ML-102 Was ist bei mentaler Überbeanspruchung während des Fluges anzustreben?

- ☐ A) Verfügbare Hilfsmittel nutzen, Aufgaben nacheinander abarbeiten.
- ☐ B) Auf sich selbst vertrauen und sicher sein, jederzeit richtig zu handeln.

☐ C) Offensiv agieren.
☐ D) Mit hoher Frequenz tief durchatmen.

Erklärung zu Frage F-ML-102
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-096

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-082

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-060

F-ML-105 Welches Verhalten trägt am ehesten zu konstruktiven Lösungen bei zwischenmenschlichen Konflikten bei?

☐ A) Zuerst den eigenen Standpunkt aufgeben
☐ B) Antworten mit Gegenargumenten
☐ C) Auf dem eigenen Standpunkt beharren
☐ D) Aktiv zuhören, auf Argumente eingehen

Erklärung zu Frage F-ML-105
Die richtige Antwort ist Antwort D)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-090

F-ML-106 Mangelhafte Kommunikation kann zu Zwischenfällen / Flugunfällen führen. Wichtigste Faktoren sind:

☐ A) der Ausfall des Funks.
☐ B) falsche Angaben bei Flugfreigaben.
☐ C) Fehler beim Zuhören, Verständnisfehler.
☐ D) Unterschiede zwischen Dialekt und Arbeitssprache.

Erklärung zu Frage F-ML-106
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-090

F-ML-107 Die Bekanntgabe von Vorkommnissen um Flugbetrieb (Fehler, Zwischenfälle, Unfälle) innerhalb eines Vereins oder einer Flugschule, - gegebenenfalls auch anonym -,

☐ A) schadet dem Ansehen in der Öffentlichkeit
☐ B) sollte wegen evtl. Verlust des Versicherungsschutzes vermieden werden.
☐ C) sollte zum Zweck zukünftiger Unfallverhütung zeitnah erfolgen.
☐ D) führt dazu, dass Piloten nicht mehr fliegen wollen.

Erklärung zu Frage F-ML-107
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-087

F-ML-108 Irrtümer und Fehler im Flugbetrieb

☐ A) müssen aus Datenschutzgründen geheim gehalten werden.
☐ B) sollten in einem kleinen Kreis besprochen werden.
☐ C) werden von der Luftfahrtbehörde disziplinar aufgearbeitet.
☐ D) sollten allen am Flugbetrieb beteiligten Personen bekannt gemacht werden.

Erklärung zu Frage F-ML-108
Die richtige Antwort ist Antwort D)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-087

F-ML-109 Regelmäßige Flugsicherheitsbriefings fördern die Flugsicherheit. Die Teilnahme

- ☐ A) muss jedem Piloten nach eigenem Ermessen freigestellt sein,
- ☐ B) sollte für jeden Piloten Pflicht sein.
- ☐ C) sollte nicht in Form einer Anwesenheitsliste überprüft werden.
- ☐ D) kann keine Pflicht sein, da es juristisch nicht durchsetzbar ist.

Erklärung zu Frage F-ML-109
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-087

F-ML-110 Den Flugbetrieb betreffende Entscheidungen und Beschlüsse eines Vereins / Flugschule

- ☐ A) sollten allen Piloten so bald als möglich bekannt gegeben werden.
- ☐ B) brauchen nicht bekannt gemacht werden.
- ☐ C) sollten vorher mit den Beteiligten diskutiert werden.
- ☐ D) ???A.) und ??C) sind richtig.

Erklärung zu Frage F-ML-110
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-087

F-ML-111 Piloten, die Fehler machen,

- ☐ A) sind oft wenig geneigt, diese zuzugeben.
- ☐ B) sind schlechte Piloten.
- ☐ C) sind geneigt, diese immer wieder anzusprechen.
- ☐ D) sollten ihre Lizenz verlieren.

Erklärung zu Frage F-ML-111
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-087

F-ML-112 Man könnte aus Fehlern lernen, aber Flugfehler anderer werden selten offenbart, da

- ☐ A) sie häufig negativ sanktioniert werden.
- ☐ B) dies verboten ist.
- ☐ C) es dem Ruf des Luftsports schadet.
- ☐ D) dies eine Sache der Behörden ist.

Erklärung zu Frage F-ML-112
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-087

F-ML-113 Auch weniger dramatische Flugfehler können als wichtige Erfahrung zur Fehlervermeidung genutzt werden, wenn

- ☐ A) riskante Erlebnisse verschwiegen und dann vergessen werden.
- ☐ B) ihr Auftreten konsequent angeprangert und bestraft wird.
- ☐ C) sie bewusst wahrgenommen, analysiert und entsprechend bearbeitet werden.
- ☐ D) jeder, der einen Fehler macht, von der weiteren fliegerischen Betätigung ausgeschlossen wird.

Erklärung zu Frage F-ML-113
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-087

F-ML-114 Damit Pilotenfehler nicht irgendwann zu Unfällen führen,

☐ A) dürfen Piloten keine Fehler machen.
☐ B) sollten diese Fehler analysiert und bearbeitet werden.
☐ C) sollten Piloten mehr soziale Kontakte pflegen.
☐ D) sollten Piloten weniger fliegen.

Erklärung zu Frage F-ML-114
Die richtige Antwort ist Antwort B)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-087

F-ML-115 Die Aufarbeitung von fliegerischem Fehlverhalten

☐ A) ist nur bei Materialschäden notwendig.
☐ B) behindert die fliegerische Motivation.
☐ C) ist die Hauptaufgabe der Flugunfalluntersucher.
☐ D) deckt u.a. falsche Angewohnheiten auf.

Erklärung zu Frage F-ML-115
Die richtige Antwort ist Antwort D)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-087

F-ML-116 Pilotenfehler können als negative Erfahrungen positiv zur Vermeidung von Unfällen beitragen, weil

☐ A) unabhängig davon solche Fehler nie wieder gemacht werden.
☐ B) Piloten, die Fehler machen, aus den Luftsportvereinen entlassen werden.
☐ C) wenn sie bekannt werden, entsprechende Gegenmaßnahmen getroffen werden können.
☐ D) die Behörden vorher einschreiten.

Erklärung zu Frage F-ML-116
Die richtige Antwort ist Antwort C)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-087

F-ML-117 Pilotenfehler werden oft nicht bekannt, weil

☐ A) eigene Fehler verdrängt werden und als "peinlich" empfunden werden.
☐ B) gute Piloten nie Fehler machen.
☐ C) die Untersuchung von Fehlern Sache der Flugsicherheitsinspektoren ist.
☐ D) die Behörden vorher einschreiten.

Erklärung zu Frage F-ML-117
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-087

F-ML-118 Erkannte Pilotenfehler sind eine Möglichkeit, die Sicherheit im Luftsport zu erhöhen.

☐ A) Da zukünftig Fehler vermieden werden können
☐ B) Der Satz ist falsch.
☐ C) Da Piloten, die Fehler machen, am Fliegen gehindert werden
☐ D) Da Fehler bestraft werden

Erklärung zu Frage F-ML-118
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-087

F-ML-120 Durch mentales Training lassen sich fliegerische Fähigkeiten verbessern. Dies kann erfolgreich eingesetzt werden:

☐ A) Auf allen Ebenen der fliegerischen Betätigung

☐ B) Hauptsächlich für Flugschüler
☐ C) Nur für Fluglehrer
☐ D) Erst ab einer bestimmten Ebene von Flugerfahrung

Erklärung zu Frage F-ML-120
Die richtige Antwort ist Antwort A)

siehe auch Erklärung zu Frage F-ML-091